N° D'ORDRE :
62

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE TOULOUSE

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Mlle F. FLOUS

Boursière de recherches
à la Faculté des Sciences de Toulouse.

1re **THÈSE.** — CLASSIFICATION ET ÉVOLUTION D'UN GROUPE D'ABIÉTINÉES.

2me **THÈSE.** — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 19 décembre 1936 devant la Commission d'examen.

Membres du Jury. MM. DOP ..... *Président;*
MENGAUD... } *Examinateurs.*
VANDEL.... } *Examinateurs.*
GAUSSEN... } *Examinateurs.*

TOULOUSE
LES FRÈRES DOULADOURE
IMPRIMEURS
RUE SAINT-ROME, 39
1936

N° D'ORDRE :
62

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE TOULOUSE

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Mlle F. FLOUS

Boursière de recherches
à la Faculté des Sciences de Toulouse.

1re **THÈSE.** — CLASSIFICATION ET ÉVOLUTION D'UN GROUPE D'ABIÉTINÉES.

2me **THÈSE.** — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 19 décembre 1936 devant la Commission d'examen.

Membres du Jury. MM. DOP ..... *Président;*
MENGAUD... *Examinateurs.*
VANDEL.... *Examinateurs.*
GAUSSEN... *Examinateurs.*

TOULOUSE
LES FRÈRES DOULADOURE
IMPRIMEURS
RUE SAINT-ROME, 39

1936

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ DES SCIENCES

ADMINISTRATION

MM. DOP, doyen.
DUFFOUR, assesseur.

HONORARIAT

MM. LECLERC DU SABLON, doyen honoraire, professeur honoraire.
SABATIER, doyen honoraire, professeur honoraire.
DELTHEIL, doyen honoraire, professeur honoraire.
JACOB, professeur honoraire.
GIRAN, professeur honoraire.
ROULE, professeur honoraire.

PROFESSEURS

MM. BOUASSE, physique.
CAMICHEL, électricité industrielle et mécanique des fluides.
BUHL, calcul différentiel et intégral.
LAMOTTE, physique.
ROY, mécanique rationnelle et appliquée.
JAMMES, zoologie appliquée et hydrobiologie.
NICOLAS, botanique agricole.
DUFFOUR, minéralogie.
CLARENS, chimie agricole.
SOURISSEAU, mécanique agricole et génie rural.
DOP, botanique.
MENGAUD, géologie.
VANDEL, zoologie.
CATHALA, chimie.
MIGNONAC, chimie.
DESPAX, zoologie.
GAUSSEN, botanique.
BEDOS, chimie.
ESCANDE, mécanique des fluides.
N..., mathématiques générales.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

SECRÉTARIAT

M. RENARD, secrétaire.

A LA MÉMOIRE DE

MONSIEUR HICKEL

Ancien Conservateur des Eaux et Forêts,
Membre de l'Académie d'Agriculture.

A MONSIEUR H. GAUSSEN

Professeur à l'Université de Toulouse.

Hommage de respectueuse reconnaissance.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548905_0010

CLASSIFICATION ET ÉVOLUTION D'UN GROUPE D'ABIÉTINÉES

INTRODUCTION

LE PROBLÈME DE LA CLASSIFICATION NATURELLE

Le problème de la classification naturelle de la tribu des Abiétées est l'objet principal de cette étude. Pour établir cette classification, il a fallu d'abord avoir une liste complète des espèces des genres : *Abies, Picea, Pseudotsuga, Tsuga, Keteleeria,* qui composent la tribu considérée.

Ce travail a donc nécessité en premier lieu la révision des espèces d'Abiétées. Cette révision a été faite pour le genre *Abies* par Mlle Viguié et H. Gaussen (1928) pour le genre *Picea* par Lacassagne (1934). Pour ces deux genres, on peut donc se reporter aux études citées. Il sera utilisé, en outre, quelques compléments au sujet des nouvelles découvertes faites depuis la publication de ces deux monographies.

Les trois autres genres n'ont pas encore été révisés de la même façon, c'est-à-dire en liant étroitement l'étude anatomique ou même cytologique à celle des caractères morphologiques, base actuelle de la distinction des espèces.

La première partie de ma tâche a donc été la révision des genres *Keteleeria, Pseudotsuga* et *Tsuga,* pour laquelle j'ai adopté le plan utilisé dans les ouvrages signalés ci-dessus.

J'ai été conduite à modifier assez fortement la liste des espèces admises jusqu'à maintenant. Les espèces de ces genres sont, en effet, surtout américaines ou du centre asiatique et beaucoup ont été récoltées récemment et souvent peu étudiées. Cette partie du travail apporte donc une contribution utile à la connaissance des Abiétinées. Elle constitue la troisième partie de ce mémoire.

Ayant ainsi réuni les matériaux nécessaires, on peut aborder le problème de la classification naturelle. Les divers auteurs l'ont envisagé de façons très différentes. Le plus souvent, ils se sont

contentés d'un tableau dichotomique sans chercher les caractères phylogéniques qui permettent de mesurer la parenté des espèces ou des genres. Une étude historique était donc nécessaire pour indiquer les idées en présence jusqu'à l'heure actuelle. Cette étude faite, il est facile de se convaincre que, à part certaines opinions sur la phylogénie des genres, aucun auteur n'a posé le problème dans son ensemble. Je l'ai donc repris de la façon suivante :

Dans chaque genre, les espèces évidemment parentes, ont été groupées en ensembles qui constituent autant de phylums élémentaires. Ce travail a nécessité l'étude du sens d'évolution des principaux caractères anatomiques ou morphologiques. Les idées nouvelles sur les gênes rendent logique l'étude séparée des caractères et l'idée de leur évolution indépendante jusqu'à un certain point. La répartition géographique apporte un précieux concours à la distinction des phylums. Quand les considérations évolutives et géographiques concordent, on peut avoir confiance dans les groupes obtenus.

Les phylums sont établis avec une certitude variable qui a été discutée. Il faut ensuite les réunir en groupes pour les rattacher plus largement à l'histoire paléontologique. Une riche documentation fossile serait bien nécessaire pour éclairer cette question. Malheureusement, quand on regarde de près les documents fossiles, on est un peu surpris de l'audace de plus d'un paléontologiste, qui, sur des matériaux notoirement insuffisants, ont voulu distinguer des parentés et des rapports avec les espèces actuelles.

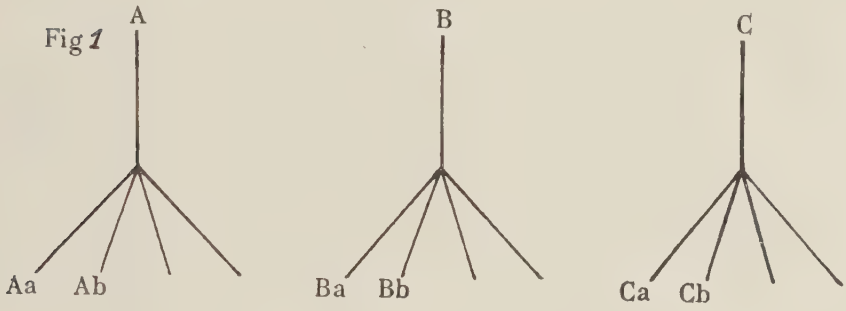
Ici d'ailleurs se pose une question de principe d'une grande importance : les divers phylums d'un genre sont-ils parents entr'eux. Autrement dit, le genre a-t-il une valeur phylogénétique ? Sans croire que cette étude va résoudre le problème, je crois qu'elle a l'intérêt de le poser. Voici en quoi il consiste.

Quel que soit le processus réel de l'évolution, celle-ci est un fait. On peut envisager la notion de genre de deux façons que je désigne sous les noms : monophylétisme générique et polyphylétisme générique.

Monophylétisme générique. — Dans ce cas, on admet qu'un genre apparaît en un lieu, une fois, par une de ses espèces. Cette espèce présente dans sa descendance des variations donnant des espèces nouvelles et toutes les espèces du genre dérivent de la première. Le genre a donc une homogénéité phylétique. Les diverses espèces

d'un genre sont parentes, à la façon des divers individus d'une espèce. Cette conception est, en général, admise et sert de base à la plupart des considérations paléogéographiques.

Considérons des espèces *Aa, Ba, Ca* de trois genres distincts *A, B, C* situées dans la même région géographique. Si le milieu est capable de provoquer dans les trois genres l'apparition d'un même caractère, idée qui est fort soutenable, on pourra constater



la présence d'un même caractère dans ces trois espèces. La parenté de ces espèces est pourtant lointaine puisqu'elles appartiennent à trois genres différents (fig. 1).

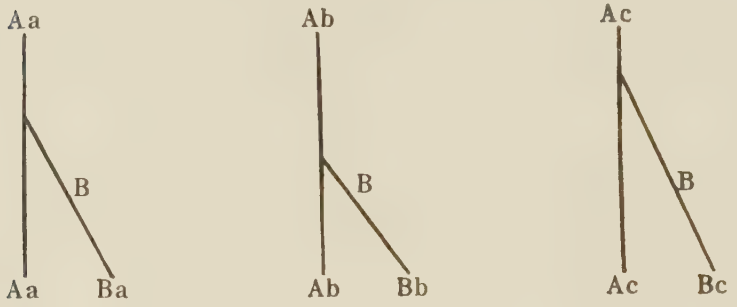
Polyphylétisme générique. — On peut admettre que l'évolution se fait par phylums, longtemps parallèles. Considérons ces phylums dans un genre *A*. Soient *Aa, Ab, Ac* trois de ces phylums. Il est possible, que les combinaisons nouvelles de gênes, permises aux espèces du phylum *Aa,* puissent donner des espèces du genre *B,* soit *Ba.* Dans un autre phylum *Ab,* il peut en être de même et *Bb* peut dériver de *Ab.* Dans ce cas, les espèces d'un même genre *B,* par exemple, ne sont pas proche parentes entr'elles, tandis que les espèces d'un même phylum *Aa* et *Ba* sont proche parentes, bien que de genres différents (fig. 2).

Si un phylum *Aa* a évolué dans une région déterminée, et donné des espèces appartenant à des genres *A, B, C,* des espèces *Aa, Ba, Ca* peuvent avoir des caractères communs, ce qui est naturel puisqu'elles sont proches parentes. Ces caractères communs, interprétés comme dus au même milieu géographique, dans le cas du

monophylétisme, sont des caractères de phylum si on admet le polyphylétisme générique (fig. 3).

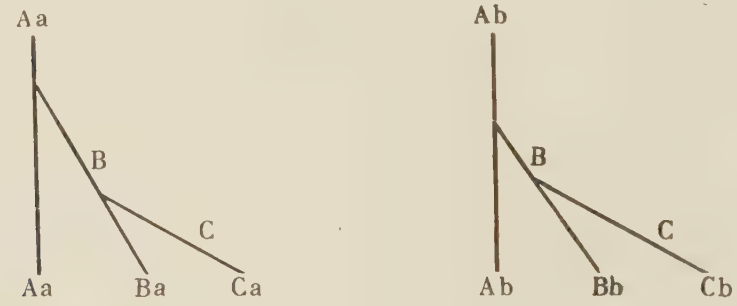
Quand on dit que deux phylums *Aa* et *Ab* peuvent donner des

Fig 2



espèces *Ba et Bb* d'un autre genre, nous supposons bien évidemment que les phylums sont voisins et il faut qu'ils soient voisins pour que nous les mettions dans le même genre *A* à un moment donné de leur histoire.

Fig 3



On considère donc que le phylum *a* est un faisceau dont la descendance comporte : des espèces *Aa* qui possèdent les caractères du phylum et les caractères d'un genre *A*, des espèces *Ba* qui possèdent les caractères du phylum et dont les autres caractères, qui étaient primitivement du genre *A*, ont évolué et donné une combinaison nouvelle *B*, parmi le petit nombre de combinaisons possibles. Dans le phylum voisin *Ab*, les caractères du genre *A* peuvent donner la même combinaison nouvelle *B*. Les espèces *Ba* et *Bb* auront les mêmes caractères génériques mais seront moins

parentes entr'elles qu'elles ne le seront respectivement avec *Aa* et *Ab* d'un autre genre (fig. 3).

De ces deux théories, quelle est la vraie ? Il est fort possible que, suivant les cas, elles soient vraies toutes deux. Ainsi, il est démontré expérimentalement que la sécheresse augmente le caractère épineux de plantes pourvues de piquants. Si deux plantes épineuses de genres voisins sont soumises à un milieu très sec, dans une région déterminée, le caractère très épineux aura pu faire distinguer deux espèces. Elles auront un caractère commun mais n'auront pas plus de parenté entr'elles que les genres auxquels elles appartiennent. On n'aura pas là un argument pour rejeter le monophylétisme. Si, au contraire, le caractère présent dans plusieurs genres voisins dans une même contrée ne peut pas être considéré comme dû au milieu (question difficile à élucider) il faudra admettre que ce caractère est celui d'un phylum dont les espèces appartiennent à plusieurs genres. C'est un argument pour le polyphylétisme. La question n'est pas nouvelle, on trouvera plus loin les indications de Vaviloff sur un sujet analogue.

La coexistence de *Aa* et *Ba* par exemple, implique que certains individus du type *Aa* ont donné dans leur descendance l'espèce *Ba*, alors que d'autres individus de *Aa* n'ont pas encore varié. La paléontologie nous autorise à admettre cette idée. Mais il est possible que les espèces *Aa* disparaissent dans le temps avant les espèces *Ba*, d'origine moins lointaine.

L'idée du polyphylétisme générique peut paraître assez révolutionnaire, mais les exemples ne manquent pas qui rendent cette explication vraisemblable. Les conceptions modernes sur les gènes et les chromosomes lui paraissent assez favorables. Il faut songer que les caractères des genres sont souvent assez arbitraires et on pourrait définir certains genres d'une façon différente. Pourtant la parenté réelle existerait entre certaines espèces.

L'étude du groupe des Abiétées montrera en détail le problème et nous conclurons que monophylétisme et polyphylétisme ont peut être chacun une part de vérité.

Des questions du plus grand intérêt sont donc soulevées par des problèmes de classification. Mais il ne faut pas se dissimuler combien les botanistes sont moins favorisés que les zoologistes. Ceux-ci ont d'innombrables documents fossiles, qui permettent de suivre un caractère à travers les diverses mutations (au sens des géologues) d'un phylum. Ils peuvent avoir une idée solide du sens

de l'évolution d'un caractère. Les botanistes sont moins bien partagés et définir le sens de l'évolution des organes en l'absence presque totale de documents paléontologiques utilisables, apparaît souvent comme jouer à pile ou face. Parfois, cependant, on a des raisons pour admettre un sens déterminé; ces raisons seront indiquées avec leur degré de probabilité.

Une autre difficulté résulte du choix des caractères à étudier. Un caractère intéressant pour un groupe peut ne pas l'être pour un groupe voisin. Nous sommes encore loin de pouvoir introduire la précision en sciences naturelles. J'espère pourtant améliorer ici notre connaissance d'un groupe de Gymnospermes et donner quelques idées utilisables dans d'autres groupes. L'étude de l'évolution sera traitée d'une façon nouvelle pour certaines questions.

Il n'est pas inutile de donner dès maintenant quelques idées sur cette question fondamentale du choix des caractères et de leur évolution.

Les caractères de classification.

Si la question de la valeur réelle des divers caractères employés dans la classification était élucidée, on serait bien près de comprendre l'évolution. Malheureusement, nous sommes bien loin de cette connaissance. Cependant, la génétique moderne a un peu éclairé le problème. Il roule autour de ces questions :

Nature des caractères.
Indépendance des caractères.
Corrélation des caractères.
Evolution des caractères.

Ces questions vont être étudiées en prenant des exemples, surtout dans le groupe des Abiétées.

Nature des caractères.

Etant donné un caractère, est-il adaptatif, est-il évolutif ? Est-il somatique ou est-il transmis par hérédité ? Questions très difficiles dont la solution incertaine laisse beaucoup de doute pour les conclusions.

Il semble que les Gymnospermes, groupe ancien, n'ont pas la

souplesse de variabilité que possèdent certaines Angiospermes. La variation physiologique peu décelable parait précéder la variation morphologique visible.

Ainsi, *Abies pectinata* n'a pas la même biologie aux Vosges et aux Pyrénées. Pourtant, aucun caractère morphologique ou anatomique n'a encore été découvert, qui puisse manifester une différence. Les Pins Laricios circumméditerranéens ont de grandes différences biologiques. Il faut l'œil exercé du forestier pour reconnaître des races que le botaniste n'a pas encore pu définir de façon précise.

Je crois donc que les caractères adaptatifs sont peu importants dans le groupe étudié. Ce fut une erreur de croire que la pilosité des rameaux est un caractère en rapport avec le milieu. C'est vrai chez beaucoup d'Angiospermes, et l'expérimentation l'a démontré, cela ne parait pas vrai chez les espèces que j'étudierai ci-dessous.

Les variations morphologiques et anatomiques des feuilles suivant la place sur les rameaux, dépendent des groupes. Elles sont grandes chez certaines espèces d'*Abies*, elles sont faibles chez d'autres. De même dans les genres *Keteleeria* ou *Picea*. On peut dire que, pour *Abies pectinata* par exemple, cette forme dépend jusqu'à un certain point du milieu : les rameaux éclairés ont des feuilles plus épaisses, plus pointues, plus en brosse, que les rameaux à l'ombre. Mais ces caractères peuvent être utilisés dans la classification, car ils sont spécifiques et tous les rameaux ensoleillés d'*A. pectinata* sont semblables. D'ailleurs, ces variations, qui sont un peu sous l'influence du milieu, correspondent à des formes diverses observées dans l'évolution. Les feuilles ensoleillées prennent les caractères des feuilles primitives. Ce point intéressant sera justifié plus loin.

Parmi les caractères variables au premier abord, certains sont donc parfaitement utilisables en classification, car ils sont plus complexes que variables. Il faut caractériser les diverses feuilles d'*Abies pectinata* et non la feuille d'*Abies pectinata*.

D'autres, par contre, ont l'air réellement variables, sans qu'on ait élucidé la question de leur valeur réelle. La forme des écailles des cônes de *Picea excelsa* est très variable et les auteurs n'ont jamais voulu voir de différences spécifiques à ce sujet et ils ont eu sans doute raison. On voit mal quel rapport existe entre ces types d'écailles et le milieu. Remarquons en passant que, comme

le disaient M. Th. Viguié et H. Gaussen (1928) les caractères des organes floraux ne sont pas nécessairement meilleurs que ceux des organes végétatifs, dans la classification des Gymnospermes.

Indépendance des caractères.

Dans bien des cas, chaque caractère se transforme comme s'il était seul. Les Sapins circumméditerranéens à bractées saillantes ont des cônes presque identiques, ils ont pourtant des différences importantes dans la forme, la disposition et l'anatomie des feuilles. *A. sachalinensis* et *A. sibirica* sont presque identiques comme feuilles et dans les Arboretums, on a besoin d'atteindre les cônes pour les distinguer. Les caractères des feuilles semblent donc varier indépendamment de ceux des cônes, chez les Abiétées. Et nous ne nous étonnerons pas de voir des Epiceas à feuilles de Sapin, de trouver de grandes analogies entre la feuille de certains *Abies* et celle de certains *Keteleeria, Pseudotsuga* ou *Tsuga*. La distinction des genres, faite d'après les cônes, se superpose donc mal à celle que l'on ferait d'après les feuilles. Rien ne prouve, à priori, qu'une classification soit meilleure que l'autre. Seule la question de corrélation des caractères nous fera pencher pour l'une plutôt que pour l'autre. Et nous verrons que les distinctions génériques classiques sont parfaitement légitimes. Car, à côté des caractères spécifiques, il existe tout une série de caractères très différents, qui justifient la distinction des genres. On les appellera caractères génériques (Exemples : présence d'un seul canal sécréteur médian dans la feuille de *Tsuga*, feuille à carène médiane chez les *Keteleeria*, bractée toujours saillante et à trois lobes aigus chez les *Pseudotsuga*, cônes dressés, à écailles caduques, chez les *Abies*, etc...)

Corrélation des caractères.

Un genre a d'autant plus d'homogénéité qu'il comprend plus de caractères communs, et on peut ainsi voir apparaître les groupes et les hiérarchiser. Cela a un grand intérêt pour déceler la parenté des espèces.

La corrélation des caractères, c'est-à-dire la liaison de certains caractères entre eux est surtout nette dans les genres. Ils ont, en

effet, toujours plusieurs caractères distinctifs. Mais dans chaque genre le nombre de caractères corrélatifs diminue lorsqu'on passe aux groupes et aux phylums. On verra apparaître nettement ce fait dans la première partie du travail. Un même caractère, par exemple la présence de bractées saillantes chez les *Abies* peut coexister soit avec des feuilles épaisses, soit avec des feuilles plates, soit avec des canaux résinifères centraux, soit avec des canaux résinifères marginaux, etc... Il n'y a donc pas corrélation.

Évolution des caractères.

J'ai déjà fait pressentir la difficulté du problème. Quand un caractère varie, quel est le sens de l'évolution ? Si tous les caractères évoluaient en même temps, on arriverait, d'après quelques données paléobotaniques, à savoir quelle est l'espèce évoluée et l'espèce primitive, donc le sens d'évolution des caractères. Il n'en est malheureusement pas ainsi. Comme nous l'avons vu, de nombreux caractères paraissent indépendants, et une espèce peut posséder des caractères très évolués et d'autres primitifs. On conçoit l'embarras où l'on se trouve dans certains cas.

On peut pourtant avoir quelque lumière dans cette obscurité. Il est une loi admise en paléontologie, loi qui sert de fil conducteur à une science et qui a eu tant de vérifications indirectes que sa légitimité est universellement admise : une espèce 2 qui dérive d'une espèce 1 possède des caractèrs qui sont tous plus évolués ou au moins aussi évolués que ceux de l'espèce 1. Si on avait la série des espèces 1, 2, 3... mutations dérivant les unes des autres, la question serait simple et le sens d'évolution d'un caractère s'établirait facilement. Mais la paléobotanique est insuffisante à nous renseigner.

Si des espèces actuellement vivantes descendaient les unes des autres, on pourrait en déduire le sens des variations à partir du moment où on connaîtrait la plus évoluée. Mais cela est-il possible ? Ici réapparait le problème de l'origine des espèces. Quand l'espèce 1 donne l'espèce 2, ou bien tous les individus de 1 donnent des descendants du type 2 (1) ou bien un certain nombre d'individus de 1 ou même un seul, donnent des descendants

(1) Il ne nous importe pas ici de savoir si c'est brusquement ou par transformation progressive.

du type 2. Dans le premier cas, l'espèce 2 remplace définitivement 1 et des représentants de 1 ne coexistent pas avec ceux de 2. Dans le deuxième cas, des représentants de 1 peuvent coexister avec ceux de 2. Dans la nature actuelle, nous pouvons donc avoir une espèce 2 et son ancêtre 1. Mais si, depuis la formation de 2, cette espèce a varié pour donner 2′ et si 1 a varié pour donner 1′, on ne pourra plus dire que 1′ est l'ancêtre de 2′. Ces deux espèces auront seulement un ancêtre commun 1. Il y aura seulement probabilité d'évolution plus poussée dans 2′ que dans 1′ mais non certitude.

On voit les difficultés et l'incertitude des idées émises. Ce n'est pas une raison pour abandonner la question qui est la clef de la classification. Dans son étude sur le genre *Picea*, Lacassagne (1934) a admis certains sens d'évolution. Je n'ai pas crû devoir les conserver tous, et j'ai utilisé toujours le même sens en m'adressant aux divers genres d'Abietinées.

Classification des genres et des espèces.

Comme il a été dit ci-dessus, il se trouve que les genres peuvent être définis par des caractères qui ne sont pas les mêmes que ceux utilisés pour définir les espèces, du moins, pour la grande majorité d'entre eux. On peut donc consacrer deux chapitres indépendants : l'un à l'étude des principes de classification des espèces, l'autre à l'étude des principes de classification des genres.

Ceci justifie donc le plan adopté pour ce travail.

PLAN DU TRAVAIL

Dans une *première partie* j'ai recherché la classification naturelle des espèces dans les cinq genres d'Abiétées. Un bref historique montre que cet essai de classification n'a été fait jusqu'ici que pour le genre *Picea*. J'ai considéré et comparé tous les caractères, de toutes les espèces d'Abiétées. La comparaison des cinq classifications amène à des conclusions intéressantes.

Dans une *deuxième partie* j'ai recherché la classification naturelle des genres dans le groupe des Abiétées. J'ai été amenée à étendre mon étude au groupe plus vaste des Abiétinées ou Pinacées. Cette classification des genres *Pinus, Cedrus, Abies, Larix,*

Pseudotsuga, Pseudolarix, Tsuga, Picea peut être résumée sous la forme d'un tableau.

Ainsi qu'il a été dit ci-dessus, une révision préalable et homogène des espèces d'Abiétées était nécessaire. Cette révision restait à faire pour les genres *Keteleeria, Pseudotsuga* et *Tsuga*. Elle constitue la *troisième partie* de ce mémoire. Pour chaque genre, le plan est le suivant : historique de l'étude du genre, description générale, description des espèces, classifications pratiques d'après les caractères morphologiques et anatomiques.

Le travail se termine par une *conclusion* générale, résumant les résultats nouveaux relatifs aux trois parties de l'étude.

L'étude d'un groupe peut avoir une portée générale et poser des problèmes importants pour tous les groupes et pour les vastes questions si controversées, de l'hérédité et de l'évolution.

REMERCIEMENTS

L'étude que je viens de faire eût été impossible sans les collaborations nombreuses qui m'ont été accordées.

C'est au Laboratoire Forestier de Toulouse que j'ai été initiée à l'étude des Conifères. M. le professeur Gaussen me fit le grand honneur de m'associer à la remarquable Révision du genre *Abies* qu'il a publiée en collaboration avec M. Th. Viguié. Ma participation fut bien réduite car j'ai pris part seulement à l'illustration de l'ouvrage. Mais cela me permit de faire connaissance avec un grand genre de Conifères, dont j'ai repris aujourd'hui l'étude sans difficultés. Dans le même laboratoire, le genre *Picea* a été étudié avec le plus grand soin par M. Lacassagne. De sorte que les renseignements bibliographiques sur les Conifères se sont accumulés et M. le professeur Gaussen possède une riche bibliothèque qui est du plus haut intérêt pour ses élèves. Ceux-ci sont en outre assurés de la plus compétente direction et d'une inépuisable complaisance. J'ai pu bénéficier de ces conditions et je suis heureuse d'exprimer ici à M. le professeur Gaussen, ma profonde reconnaissance.

Mes études de botanique ont été faites aussi sous la direction de M. le professeur Dop. Je me suis efforcée de suivre son exemple et de travailler avec ce souci de clarté et de précision qui

caractérise ses études systématiques. Je remercie M. le professeur Dop du bienveillant intérêt qu'il m'a toujours témoigné.

Je suis heureuse de retrouver comme membres du jury chargé d'examiner ce mémoire, mes anciens Professeurs de la Faculté. Bien que géologue, M. le professeur Mengaud s'est beaucoup intéressé à mon travail. La botanique lui est d'ailleurs très familière. Il nomme avec autant de facilité les roches et les plantes qui les cachent, ce qui rend fort agréables et instructives les promenades faites sous sa direction.

M. le professeur Vandel est amené, par ses études biologiques et génétiques à s'intéresser lui-aussi aux exemples végétaux. Je le remercie vivement de la bienveillance qu'il m'a toujours témoignée et des documents qu'il m'a procurés.

Que mes anciens Maîtres, qui m'ont initiée aux sciences naturelles reçoivent ici l'expression de ma reconnaissance. M. le professeur Nicolas, qui s'est toujours intéressé à mes travaux; M. le docteur Jammes, M. le Professeur Despax, qui m'ont permis d'étudier la forêt de Pins au voisinage du Laboratoire d'Orédon.

La Dendrologie est une science particulièrement étudiée par les Forestiers et les Botanistes forestiers. J'ai eu de précieux encouragements et une aide efficace auprès d'eux. Que je salue d'abord la mémoire de M. Flahault qui m'avait témoigné beaucoup de bienveillance, comme il savait le faire aux jeunes travailleurs. M. R. Hickel était incontestablement le plus qualifié pour l'étude du genre *Pseudotsuga* et m'avait fourni beaucoup de critiques et de documents précieux, avec cet esprit vif et précis qui le caractérisait. Je ne me souviens pas sans émotion des beaux voyages faits en sa compagnie en Provence, en Cerdagne et en Yougoslavie. Je suis heureuse de lui dédier cet ouvrage, qu'il avait tant de plaisir à me voir entreprendre.

M. Guinier, directeur de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, a eu pour moi beaucoup d'amabilités et sa campagne en faveur de la distinction des races trouvera des vérifications dans la distinction d'espèces nouvelles, que j'ai été amenée à faire. Il m'a accompagnée à l'Arboretum des Barres et nous regrettons toujours que sa science si précise reste orale.

M. Pardé, ancien directeur des Ecoles des Barres, connait admirablement les arbres et s'intéresse tout particulièrement à mes travaux. L'Arboretum des Barres a été pour moi une source

inépuisable de matériaux frais. En la compagnie de MM. Pardé, Guinier, Camus, Rol et Gaussen, j'ai pu y travailler et recueillir un grand nombre de renseignements très utiles. Je viens de citer M. Camus, directeur actuel de l'Ecole des Barres, qui m'a fourni une hospitalité charmante et m'a fait envoyer de nombreux échantillons par son jardinier si dévoué et si compétent M. Lemosse.

M. l'Inspecteur Rol, est chargé des Arboretums. Il étudie des questions voisines de celles qui font l'objet de ce travail. Je suis heureuse de le remercier ici de toutes les amabilités qu'il a eues à mon égard.

A Toulouse, M. le Conservateur Salvador, chez qui l'éminent forestier est doublé d'un dendrologue averti, s'est toujours beaucoup intéressé à mon travail et procure au Laboratoire Forestier une aide précieuse pour l'installation de l'Arboretum de Joueou, qui me permettra de poursuivre mes recherches sur les Conifères. Sa bienveillance pour mon travail a fortement aidé à l'octroi de subventions, qui me sont très précieuses pour l'impression et je remercie l'administration des Eaux et Forêts qui a bien voulu me les accorder.

Pareil travail exigeait un grand nombre de documents américains et asiatiques et je dois remercier ceux qui me les ont très obligemment confiés. Sans leur amabilité, cette étude eût été impossible. Ce sont M. Merrill, du New York Botanical Garden; M. Rehder, de l'Arnold Arboretum; M. Smith, d'Edimburg; M. Davidson, de Vancouver; M. Beauverd, de Genève; M. Handel Mazzetti, de Vienne; M. Chien Pei, de Nanking; M. Parkinson, botaniste de l'Institut de Dehra Dun dans l'Inde.

Des échantillons frais m'ont été fournis grâce à la complaisance de M. de Vilmorin, M. Dode, M. Chenault, M. Polastron.

Les collections parisiennes m'ont été largement ouvertes et je dois remercier ici, pour l'herbier général, M. le professeur Humbert, M. Pellegrin et M. Jovet qui m'ont fourni de nombreux documents avec beaucoup de complaisance.

Pour l'herbier colonial, M. le professeur Chevalier m'a communiqué le matériel indochinois et son assistant M. Trochain a eu l'amabilité de rechercher pour moi des indications bibliographiques.

Le riche herbier Bonaparte de l'Université de Lyon a été aimablement mis à ma disposition par M. le professeur Beauverie.

J'ai pu me consacrer entièrement à mes recherches scientifiques, grâce au titre de Boursière des Recherches qui m'a été accordé pendant trois ans. Je le dois à la bienveillance de M. le Directeur Mangin, de M. le Professeur Blaringhem qui a suivi mes travaux avec beaucoup de sollicitude. J'ai eu aussi l'appui de M. le Professeur Dubosco, si aimable pour les travailleurs toulousains.

Pour l'impression de cette étude et pour mes voyages scientifiques, la Caisse des Sciences m'a beaucoup aidée. Enfin, au point de vue de l'impression je dois beaucoup à la compétence et au dévouement inlassable de MM. Astre et Gaussen qui ont accepté ce mémoire dans les publications qu'ils dirigent.

PREMIÈRE PARTIE

CLASSIFICATION NATURELLE DES ESPÈCES DANS LES GENRES D'ABIÉTÉES

INTRODUCTION

Les cinq genres d'Abiétées ont été étudiés indépendamment les uns des autres. Cependant les classifications établies ont un lien entr'elles qu'il est intéressant de souligner : les principes adoptés pour grouper les espèces sont les mêmes dans les cinq genres.

Pour obtenir une classification naturelle il faut rechercher la parenté entre les espèces de chaque genre et classer celles-ci suivant le degré d'évolution de leurs caractères. Il a donc été nécessaire de dresser pour chaque espèce un tableau de tous les caractères qui la définissent. Puis, les nombreux tableaux ainsi établis ont été comparés entr'eux, caractère par caractère.

Ce travail a permis de faire apparaître les caractères communs à plusieurs espèces. Si ces caractères sont nombreux, les espèces forment un phylum. D'autre part, cette comparaison a mis en évidence la variation de certains caractères lorsqu'on passe d'une espèce à une autre, puis à une suivante, etc..., dans le phylum.

Ce terme de phylum ne veut pas signifier que les espèces actuelles réunies descendent les unes des autres, ce qui peut être vrai dans quelques cas, mais n'est sûrement pas vrai pour tous. Dans ce terme de phylum, il y a ici l'idée de descendance à partir d'un ancêtre commun, plus ou moins voisin d'une espèce actuelle.

Lorsque deux ou plusieurs phylums ont un ou plusieurs caractères communs, ils forment un groupe.

Tel est le procédé qui a été employé pour établir les classifications naturelles ci-dessous. Le groupement des espèces à carac-

tères communs n'a rien d'arbitraire. Il s'appuie sur les descriptions aussi précises que possible de ces espèces. Plus délicate est la recherche de la filiation des espèces. Elle a pour base la notion d'évolution des caractères. Les différentes questions qui se rattachent à l'étude des caractères ont été examinées dans l'Introduction générale. Il est inutile de les répéter ici. La distinction des caractères primitifs et des caractères évolués chez les Abiétées nécessite une grande part d'hypothèses, qui doivent être justifiées. On verra ci-dessous quelles sont les hypothèses qui ont été admises et leur justification.

L'étude de la classification naturelle des *Abies* a présenté le maximum de complexité. Les *Picea* viennent ensuite assez près. Les autres genres se classent plus simplement. Il est intéressant de constater les rapports étroits entre les classifications proposées dans les pages qui vont suivre et les divisions géographiques des aires correspondantes. On peut voir là une justification de ces classifications.

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

S'il a été possible de donner un long historique dans la deuxième partie de ce mémoire, il n'en est pas de même ici. Les Abiétées ont fait l'objet de nombreux travaux, mais les auteurs ont essentiellement étudié la parenté entre les divers genres de la tribu et non entre les espèces de chaque genre. Les classifications établies à l'intérieur des genres sont pour la plupart des tableaux dichotomiques, permettant une détermination pratique des espèces. Cette détermination se fait surtout d'après les caractères morphologiques. Cependant, l'étude anatomique des Abiétées a été entreprise depuis longtemps. Dès 1872 et plus tard en 1891 parurent les bonnes études anatomiques de Van Tieghem. D'ailleurs, les auteurs modernes introduisent certains caractères anatomiques dans la détermination. La forme de la section foliaire, la position des canaux résinifères, la structure du bois sont des caractères dont l'utilité a été parfaitement reconnue. Dans les révisions récentes des deux plus grands genres d'Abiétées, des *Abies* par M.-Th. Viguié et H. Gaussen, des *Picea* par Lacassagne, on trouve une mise en valeur poussée de l'étude anatomique. On voit augmenter considérablement le nombre des caractères pouvant être utilisés dans la classification des espèces.

Très rares sont les auteurs qui ont considéré la notion d'évolution dans les caractères spécifiques et qui ont recherché la parenté entre les espèces. Cette classification naturelle a été étudiée seulement dans le genre *Picea*.

En 1913 Patchke a donné un classification du genre. Il considère les deux grandes sections *Eupicea* et *Omorica* séparées par la position des cônes mûrs sur le rameau. Les autres caractères considérés par cet auteur sont la forme des cônes et de leurs bractées, la forme de la section foliaire. Il distingue deux groupes : les *alcokianées* à écailles rhombiques et à feuilles quadrangulaires, et les *morindées* à écailles arrondies et à feuilles souvent aplaties.

Il considère que *P. purpurea, P. alcokiana, P. montigena* ont une grande ressemblance avec *P. morindoides* (notre *spinulosa*), *P. pachyclada* (notre *brachytyla*) et *P. ascendens.*

Cette classification est loin d'être aussi détaillée que celle proposée par Lacassagne en 1934. Cet auteur est le premier à avoir étudié les caractères primitifs et les caractères évolués chez les *Picea.* Il a admis que l'évolution se traduit par la disparition des poils du ramule, par le raccourcissement des cônes et des bractées.

Dans la classification de Lacassagne les deux premières divisions correspondent aux sections *Eupicea* et *Omorica.* Cette dernière est considérée comme plus évoluée par les feuilles. Dans chaque section, l'auteur a considéré deux phylums, divisés eux-mêmes en sous-phylums et ceux-ci en rameaux. Cette classification peut se résumer ainsi :

SECTION EUPICEA

Feuilles à section losangique. Lignes de stomates en nombre à peu près égal sur les deux faces.

Phylum A. — Cônes longs, coniques ou cylindro-coniques; faisceaux foliaires accolés.

a) *Ecailles plus ou moins arrondies.*

1° Ancêtres à bourgeons globuleux :
excelsa, obovata.
morinda, Schrenkiana, Watsoniana.
gemmata, Meyeri.

2° Ancêtres à bourgeons coniques :
Neoveitchii, ponderosa, notabilis.
asperata, montigena, retroflexa.
heterolepis.
aurantiaca, yunnanensis.

b) *Ecailles plus ou moins losangiques.*

1° Ancêtres à bourgeons globuleux :
polita, alcockiana.
Maximowiczii.

2° Ancêtres à bourgeons coniques :
Engelmanni.
pungens.

Phylum B. — Cônes courts, ovoïdes; faisceaux foliaires peu distincts :
Koyamai, Glehnii, morrissonicola.
canadensis, albertiana.
rubra, nigra.

SECTION OMORICA

Feuilles à section plus ou moins aplatie. Lignes de stomates moins nombreuses sur les faces supérieures.

Phylum C. — Ecailles arrondies, faisceaux foliaires assez distincts, feuilles peu aplaties :

Breweriana.
omorica.
orientalis.

Phylum D. — Ecailles losangiques; faisceaux foliaires peu distincts ou fusionnés, feuille très aplatie.

1° Bourgeons arrondis :

hirtella.
Balfouriana, purpurea.
likiangensis, spinulosa.
Sargentiana, complanata, brachytyla.
ascendens.

2° Bourgeons coniques :

Kamtchatkensis.
sitchensis.
hondoensis, jesoensis.

C'est jusqu'à ce jour le travail le plus complet sur la phylogénie d'un genre parmi ceux qui nous occupent.

Récemment, en 1936, Stefanoff a étudié la parenté de *Picea omorica*. Il rappelle les essais de classification de Wilkomm et de Wettstein et il montre que les caractères utilisés par ces auteurs pour placer *P. omorica* au voisinage de *P. sitchensis* ne sont pas constants (forme de la section, distribution des stomates).

Pour Stefanoff, il n'y a aucune parenté entre *P. Sitchensis*, *P. ajanensis* (notre *P. jezoensis*) et *P. omorica*. Car un bon caractère à considérer est la forme et la consistance des écailles. Ce caractère éloigne *P. omorica* de la *section casicta* Mayr, dans laquelle on peut réunir *P. sitchensis* et *P. jezoensis* à *P. Engelmanni* et *P. pungens*.

Il y a une étroite relation entre la classification basée sur les caractères du cône et la répartition géographique. De plus la parenté est rendue plus visible par d'autres caractères morphologiques. Les caractères proposés par l'auteur lui paraissent devoir passer avant ceux utilisés par Wilkomm.

Etudiant d'autres espèces Stefanoff donne une nouvelle classification du genre *Picea :*

Section I. — *EUPICEA :*

a) *excelsa, obovata, alcokiana.*
b) *orientalis.*
c) *glehnii.*
d) *polita.*
e) *morinda, Schrenkiana.*

Section II. — *CASICTA :*

jezoensis, sitchensis, Engelmanni, pungens.

Section III. — *OMORICA :*

omorica, spinulosa, Breweriana.

Ainsi, *P. omorica* est toujours le type d'une section, mais il est proche parent de *P. spinulosa*, ce qui est une conception nouvelle.

En conclusion, l'auteur se demande quelle est la plus ancienne des sections. Il pense qu'on peut trouver des arguments en faveur de la *section omorica.*

Ce sont :

1° Le morcellement de l'aire;

2° Le caractère méridional de cette aire. La persistance des types anciens a été favorisée;

3° Le caractère moins xérophytique des feuilles de cette section;

4° Les documents phytopaléontologiques.

On verra ci-dessous que la classification proposée pour le genre *Picea* diffère sensiblement de celle de Stefanoff. On verra notamment que la section *omorica* n'est pas admise et que les espèces correspondant au type *omorica* des auteurs précédents ne sont pas considérées comme les plus primitives.

CHAPITRE II

LES CARACTÈRES DE CLASSIFICATION

L'étude historique ci-dessus montre que peu d'auteurs se sont attachés à rechercher l'évolution dans les caractères plus particulièrement spécifiques.

Il est donc nécessaire de reprendre le problème sans idée préconçue et d'établir d'abord quels sont les caractères spécifiques, puis quels sont ceux qui sont corrélatifs. On pourra ensuite tâcher de voir quel est le sens d'évolution le plus avantageux pour la classification et quel est celui qui coïncide le mieux avec les idées théoriques générales que l'on peut avoir sur le sens de l'évolution.

Passons en revue les caractères en suivant notre ordre habituel et examinons leurs variations.

VARIATION DES CARACTÈRES

TAILLE DE L'ARBRE

L'arbre peut être de petite taille, buissonnant, ou de grande taille. Il n'est pas sûr que ce caractère ait une grande importance sauf pour les cas extrêmes.

FEUILLES

Morphologie. — *Longueur.* — Les feuilles peuvent être courtes ou longues, quel que soit le genre considéré et il existe des cas extrêmes : feuilles très courtes (*Picea orientalis*), feuilles très longues (*Abies Pindrow*). La longueur peut être variable suivant la position de la feuille sur le rameau. Cette variabilité, importante chez les *Abies*, est surtout marquée chez les *Tsuga*.

Stomates. — La présence des stomates fournit un caractère intéressant. Il y a toujours deux bandes de stomates sur une face de la

feuille. Cette face est en général anatomiquement ventrale. Les *Picea* font seuls exception, car la position des feuilles place souvent les stomates sur la face anatomiquement dorsale (vis-à-vis du bois).

Sur l'autre face de la feuille la présence des stomates est variable. Cette face est tantôt couverte sur toute sa longueur (*Keteleeria Evelyniana, Abies concolor, Tsuga Hookeriana, Picea polita*), tantôt pourvue de quelques lignes plus ou moins courtes, localisées vers l'apex (*Keteleeria Davidiana, Abies cilicica, Tsuga Jeffreyi, Picea sitchensis*).

Si la présence des stomates est un caractère général, leur disposition paraît être un caractère adaptatif.

Extrémités. — L'apex de la feuille peut être entier ou échancré, pointu ou arrondi dans les deux cas.

Disposition. — La disposition des feuilles sur le rameau est très variable, en particulier dans les genres à nombreuses espèces : *Abies* et *Picea*. Les différents types ont été décrits en détail par M.-Th. Viguié et H. Gaussen pour les *Abies*, Lacassagne pour les *Picea*. On observe tous les intermédiaires entre la disposition en écouvillon où les feuilles cachent toutes les faces du rameau (*Abies Pinsapo, Picea ponderosa*) et la disposition distique-pectinée, dans laquelle les faces supérieure et inférieure sont dépourvues de feuilles (*Abies pectinata, Tsuga chinensis, Pseudotsuga Douglasii, Keteleeria*). Les dispositions intermédiaires les plus nettes sont fournies par l'insertion en brosse, fréquente dans les rameaux fertiles des *Abies* et l'insertion en éventail sur les faces latérales, qui s'observe surtout chez les *Picea* (*P. purpurea*) et les *Tsuga* (*T. canadensis*).

Anatomie. — *Section.* — La forme de la section de la feuille présente de nombreux types. Il y a lieu de distinguer d'abord les feuilles épaisses des feuilles plates, notions qui sont précisées par la valeur du rapport de la largeur de la feuille à l'épaisseur. Ce rapport est faible dans les feuilles épaisses (chez certains *Picea* il est inférieur à 1) ; il est élevé et voisin de 6 dans les feuilles les plus plates (*Keteleeria Davidiana, Tsuga yunnanensis*).

Dans les deux types essentiels de feuilles on constate des variations secondaires de la section. En particulier, les bords latéraux sont arrondis ou aigus, et corrélativement épais ou minces. Comme exemples on peut citer *Abies arizonica, Pseudotsuga Douglasii,*

Tsuga diversifolia, qui ont des feuilles à bords arrondis, *Abies Delavayi*, *Pseudotsuga Gausseni*, *Tsuga yunnanensis* et les *Keteleeria* qui ont des feuilles à bords très aigus.

Sous-épiderme. — L'épiderme varie peu entre les espèces d'un même genre. Il n'en est pas de même du sous-épiderme. Sa présence est un caractère général. Il n'est jamais absolument nul même lorsqu'il est très réduit (*Ts. canadensis*, *Abies balsamea*). La disposition du sous-épiderme est un caractère très variable. Chez les *Abies*, il est quelquefois continu le long du bord supérieur et latéral, d'un canal résinifère à l'autre (*A. squamata*). Ailleurs, il est discontinu par suite de la présence des stomates (*A. pinsapo*) ou en l'absence de ceux-ci (*A. pectinata*).

Chez les *Keteleeria* les variations sont analogues. Chez les *Pseudotsuga*, les stomates n'interrompent jamais le sous-épiderme sur la face supérieure. Chez les *Tsuga*, on observe dans *Ts. Hookeriana* et *Ts. crassifolia* une disposition identique sur les deux faces, comme dans certains *Eupicea*. Dans les *Picea* à feuilles *Eupicea*. Dans les *Picea* à feuilles aplaties, le sous-épiderme est continu sur la face dépourvue de stomates.

Chlorenchyme. — Ce tissu présente sur la face supérieure une zone palissadique plus ou moins différenciée. Dans les feuilles plates, la différenciation est plus marquée que dans les feuilles épaisses. Ceci est particulièrement net chez les *Picea*. Ceux-ci n'ont, en outre, jamais de tissu lacuneux analogue à celui des *Abies*, *Keteleeria*, *Pseudotsuga* ou *Tsuga*.

Canaux résinifères. — Les canaux résinifères sont plus ou moins variables suivant les genres. Il y a lieu de considérer leur nombre, leur position et leur diamètre.

Chez les *Tsuga* il y a toujours un seul canal.

Chez les *Keteleeria* il y en a toujours deux.

Chez les *Pseudotsuga* j'ai pu observer un troisième canal supplémentaire dans des feuilles de *Ps. japonica*. J'ai pu aussi noter l'absence fréquente des canaux dans *Ps. californica*.

Chez les *Abies* il y a toujours au moins deux canaux. Les canaux supplémentaires sont fréquents chez *A. pectinata*, *A. firma*, *A. sibirica*, *A. Hickeli* par exemple.

Chez les *Picea* on n'a pas décrit plus de deux canaux. Au contraire, ceux-ci sont souvent courts ou discontinus. Lacassagne décrit un seul canal dans *P. Schrenkiana* ou *P. Yunnanensis*, et il

signale l'absence de canaux dans *P. Engelmanni, P. canadensis* par exemple. Par suite de leur discontinuité les canaux peuvent être présents à certains niveaux de la feuille, et absents à d'autres.

Chez les *Pseudotsuga, Tsuga, Picea* et *Keteleeria*, les canaux sont toujours marginaux, accolés à l'épiderme ou au sous-épiderme. Une légère tendance à la position sub-marginale s'observe dans *Pseudotsuga japonica* et *Tsuga patens*. Au contraire, chez les *Abies*, les canaux éloignés du bord de la feuille sont fréquents. Dans beaucoup d'espèces on a décrit des canaux centraux. Mais ce caractère de la position des canaux varie aussi dans une même espèce. Il arrive fréquemment que la position soit marginale dans la feuille de rameau stérile, centrale dans la feuille de rameau fertile. (Exemple : *Abies pectinata*).

Enfin, le diamètre des canaux résinifères est variable. Les *Keteleeria* mis à part, dans les autres genres il y a des espèces à grands canaux dont le diamètre peut atteindre 0,2 mm. (*Abies subalpina, Picea koyamaï, Pseudotsuga japonica, Tsuga Sieboldii*, etc...).

Dans les autres espèces, le diamètre peut être réduit à 0,04 mm. Chez les *Keteleeria*, la dimension est toujours faible.

Cylindre central. — Le cylindre central est limité par un endoderme plus ou moins net suivant les genres. En général, les variations sont faibles dans chaque genre. Ce n'est pas le cas pour les *Tsuga* qui présentent un grand nombre de variations spécifiques. Ces variations sont dues à la disposition du canal par rapport à l'endoderme. Elles sont étudiées de plus près dans la révision du genre. A l'intérieur de l'endoderme se trouvent les éléments conducteurs disposés en un ou deux faisceaux. En général, le nombre des faisceaux varie dans chaque genre et la séparation de deux faisceaux est plus ou moins marquée (*Abies, Picea*). Cependant, les *Pseudotsuga* ont une disposition assez constante. Ils sont plutôt du type haploxylon. Les *Tsuga*, au contraire, sont souvent assez nettement diploxylon. *Keteleeria Roulletii* est aussi de ce type.

Les autres caractères du cylindre central, disposition du tissu aréolé, présence de fibres sclérifiées, ne semblent pas pouvoir être utilisés dans une classification naturelle.

Polymorphisme foliaire. — Il a été question ci-dessus, à plusieurs reprises, des différences qui existent chez les *Abies*, entre les feuilles de rameau stérile et les feuilles de rameau fertile fe-

melle. Ces dernières sont, en effet, plus courtes, plus riches en stomates sur la face supérieure. Il peut même arriver que la feuille fertile (1) présente de nombreux stomates, tandis que la feuille stérile en est à peu près dépourvue (*A. grandis*). L'apex est, lui aussi, variable d'une feuille à l'autre. La feuille stérile est plus souvent échancrée, arrondie; la feuile fertille, plus souvent entière, pointue. Sur le ramule fertile, les feuilles sont plus redressées, toujours plus ou moins en brosse.

A ces différences morphologiques s'ajoutent des différences anatomiques entre les deux sortes de feuilles. Dans la feuille de rameau fertile la section est toujours plus épaisse, le sous-épiderme plus abondant, les canaux résinifères plus souvent centraux.

Seul, le genre *Abies* possède un tel dimorphisme. Dans les autres genres, les feuilles des différents rameaux, qu'ils portent des cônes ou non, ont des caractères à peu près analogues. Lacassagne constate que dans le genre *Picea* les feuilles fertiles sont tantôt plus longues, tantôt plus courtes que les autres, suivant les espèces. Elles présentent un plus grand nombre de stomates, un apex moins mucroné. Il fait d'ailleurs quelques réserves sur les différences observées, les échantillons comparés n'ayant pas la même provenance.

Dans les genres *Tsuga, Pseudotsuga* et *Keteleeria*, je n'ai pas constaté de différences entre les feuilles des deux types de rameaux.

Un autre polymorphisme foliaire s'observe dans les genres *Picea, Abies* et surtout *Tsuga*. Ce dernier genre présente, en effet, au maximum des feuilles de longueur très différente suivant leur point d'insertion sur le rameau. Les feuilles supérieures sont très courtes, jusqu'à être réduites à 4 ou 5 mm. Les feuilles latérales sont souvent quatre à cinq fois plus longues. Ce caractère est plus atténué dans les deux autres genres. Il ne s'accompagne jamais d'autres différences marquées.

RAMULE

Morphologie. — Le seul caractère qui sera considéré ici est la pubescence. La couleur, la disposition des cicatrices ne présentent

(1) Le nom feuille fertile est donné comme abréviation de : feuille de rameau fertile.

pas d'intérêt dans la classification. Il n'en est pas de même de l'abondance et de la dimension des poils qui peuvent exister sur les ramules jeunes. Suivant les espèces le ramule est glabre ou plus ou moins pubescent. Dans chaque genre, les différents degrés existent.

Anatomie. — Parmi les caractères anatomiques du ramule, il faut retenir surtout la disposition des canaux résinifères dans l'écorce et la présence ou l'absence des canaux résinifères du bois.

Dans certains genres (*Tsuga, Abies*) le bois est normalement dépourvu de canaux résinifères. Dans les genres *Picea, Pseudotsuga, Keteleeria,* les canaux sont plus ou moins nombreux et ce caractère est plus utile dans la classification des genres que dans celle des espèces.

BOURGEON

Les caractères utilisés ne sont pas les mêmes quand on passe d'un genre à un autre. Chez les *Abies* on considère surtout, la dimension du bourgeon et l'abondance de l'enduit cireux.

Dans le genre *Picea*, au contraire, il y a des types de bourgeons très différents. Les uns sont gros (*P. jezoensis*), les autres petits (*P. Morrisonicola*). Les uns sont coniques, les autres ovoïdes-coniques, ovoïdes ou globuleux. Dans certains, les écailles sont pourvues d'arêtes médianes (*P. Glehnii*), dans d'autres, elles en sont dépourvues.

Chez les *Pseudotsuga* et les *Keteleeria* les variations sont moins sensibles. Les *Tsuga* ont des bourgeons très particuliers par leur petite taille. On retrouve les types coniques (*Ts. Hookeriana*), et globuleux (*Ts. diversifolia*). On note la présence ou l'absence des arêtes médianes des écailles, comme chez les *Picea.*

CONE

Le cône est, comme la feuille, un organe jouant un rôle essentiel dans la classification naturelle. Comme la feuille, il est variable, soit dans son ensemble, soit dans ses différentes parties.

Dimensions. — Dans chaque genre on passe d'espèces à grands cônes (*Abies nobilis, Abies cilicica, Picea morinda, Keteleeria Evelyniana, Pseudotsuga macrocarpa, Tsuga crassifolia*) à des espèces pourvues de cônes très petits par rapport aux précédents

(*Abies sibirica, Picea nigra, Pseudotsuga Guinieri, Tsuga chinensis* par exemple).

Forme. — La forme du cône varie aussi. Elle est tantôt cylindrique, tantôt ovocylindrique, tantôt ovoïde.

Parmi les éléments qui constituent le cône il faut considérer les écailles, les bractées et la graine.

Ecailles. — Il y a des types d'écailles très divers.

Chez les *Abies*, on passe progressivement du type cunéiforme (*A. cephalonica*) au type réniforme ailé (*A. sachalinensis*) dans lequel le rapport de la largeur de l'écaille à sa hauteur est le plus élevé.

Dans le genre *Picea* la variabilité intéresse aussi le contour de l'écaille. On retrouve aussi le type cunéiforme ou triangulaire (*P. Morinda*). Ailleurs, l'écaille est losangique (*P. complanata*) pentagonale, semi-circulaire (*P. omorica*) ou circulaire (*P. retroflexa*).

Dans le genre *Pseudotsuga* l'écaille est plus ou moins cunéiforme (*Ps. japonica*), ou plus ou moins réniforme (*Ps. Wilsoniana*). Dans le genre *Keteleeria*, c'est le type cunéiforme qui est la règle. Il est tantôt losangique, tantôt triangulaire. Enfin chez les *Tsuga*, l'écaille est très variable. Les principales formes sont quadrangulaires, pentagonales, suborbiculaires.

Bractées. — Un caractère essentiel pour la classification est la longueur des bractées. Dans les genres *Tsuga* et *Picea* il faut, en outre, considérer leur forme. Dans les *Abies* et les *Pseudotsuga* intervient la position de la partie libre des bractées. Celle-ci est, en effet, soit droite, dirigée vers le bord externe de l'écaille, soit réfléchie vers la base de l'écaille ou du cône.

GRAINE

Graine. — Elle joue aussi un rôle dans la classification. La dimension de l'aile, sa forme, le tégument de la graine peuvent quelquefois être considérés.

La liste des principaux caractères variables dans chaque genre vient d'être fournie. Pour classer les espèces, il est nécessaire de considérer si chacun de ces caractères est intéressant pour la classification. Certains ne sont guère utilisables et leur emploi ne donne pas de résultats intéressants. Ils sont peut-être dus à des

réactions au milieu, à l'âge des individus, ou peut-être n'ai-je pas eu des documents suffisants pour les utiliser convenablement. Il n'en sera pas question dans la suite.

D'autres caractères, au contraire, se sont révélés intéressants pour la classification et on peut considérer qu'ils ont une valeur évolutive, qu'ils passent d'un type primitif à un type évolué. Il est bien entendu que les termes primitif et évolué sont relatifs uniquement au groupe des Pinacées.

CARACTÈRES ÉVOLUTIFS

Les principaux caractères qui paraissent avoir une valeur évolutive sont cités ci-dessous. Ils ont été utilisés dans la classification des divers genres et il a été avantageux de les considérer de la façon suivante :

Caractères primitifs.	Caractères évolués.
Feuille courte.	Feuille longue.
Stomates sur les deux faces.	Stomates sur une seule face.
Apex pointu.	Apex échancré.
Disposition en écouvillon.	Disposition pectinée.
Section épaisse.	Section aplatie.
Sous-épiderme continu en dehors des stomates.	Sous-épiderme discontinu et réduit.
Canaux centraux.	Canaux marginaux.
Faisceaux distincts.	Faisceaux soudés.
Ramule pubescent.	Ramule glabre.
Cône de grande taille.	Cône de petite taille.
Ecaille haute, triangulaire.	Ecaille large, réniforme, ailée.
Bractée incluse, courte.	Bractée saillante, longue.

Le sens d'évolution choisi n'est pas arbitraire. Il permet une classification qui paraît en général satisfaisante, mais ce n'est pas une raison suffisante pour l'admettre. En effet, avec d'autres sens d'évolution pour certains de ces caractères, on arrive aussi à des classifications satisfaisantes et on obtiendrait exactement la même classification en remplaçant dans le tableau ci-dessus le terme évolué par le terme primitif.

Il est donc nécessaire de justifier par d'autres considérations le tableau adopté.

ÉVOLUTION DANS LA TAILLE DE L'ARBRE

Dans le tableau ci-dessus, rien n'a été indiqué au sujet de l'évolution de la taille. *A priori*, et par comparaison avec ce qui se passe chez les animaux, on peut supposer que les tailles élevées sont les plus évoluées. Mais il n'est pas du tout sûr que cela soit vrai chez les végétaux. On peut objecter, en effet, que les formes herbacées sont plus évoluées que les formes ligneuses et qu'il y a là un argument en faveur de la diminution de la taille dans l'évolution. Mais cette objection n'est peut-être plus valable lorsqu'on considère un groupe dépourvu de formes herbacées, ce qui est le cas pour les Abiétinées. Quoi qu'il en soit, nos connaissances sur la taille maxima de chaque espèce sont tout à fait insuffisantes pour servir de base à une hypothèse.

ÉVOLUTION DANS LES CARACTÈRES FOLIAIRES

Il est généralement admis que les feuilles fertiles (1) manifestent les caractères ancestraux. La feuille femelle de *Cycas* en est un remarquable exemple. L'idée du caractère primitif des feuilles fertiles est admise par la plupart des auteurs, et Florin, en particulier, l'a adoptée pour l'étude des appareils stomatiques (1931).

Le genre *Abies* fournit des renseignements très précieux sur les caractères des feuilles. Quand on passe de la feuille fertile à la feuille stérile, on voit quand elles diffèrent l'une de l'autre, se manifester les tendances suivantes :

— la feuille devient plus longue,

— les stomates, nombreux sur les deux faces, tendent à disparaître de la face supérieure,

— l'apex pointu devient émarginé,

— la disposition en brosse des feuilles sur le rameau tend à être pectinée,

— la section foliaire devient plus plate,

— le sous-épiderme devient moins abondant,

— les canaux deviennent moins souvent centraux et plus souvent marginaux.

On voit donc quels sont, parmi les caractères, ceux qui sont

(1) Cf. note, p. 25.

primitifs et ceux qui sont évolués et on est conduit au tableau adopté.

Il est intéressant de remarquer que l'hypothèse du caractère primitif des feuilles fertiles fait admettre un allongement des feuilles dans l'évolution.

J'ai été amenée à la même conclusion à partir d'un autre point de départ : l'étude comparée des rameaux dans l'ensemble des Pinacées (1936 c). Le genre *Pinus* qui peut être légitimement considéré comme le plus primitif, par tous ses caractères (cf. 2e Partie), possède des feuilles de rameaux longs très courtes, réduites à des bractées. Dans le passage du type *Pinus* aux trois types *Cedrus, Larix* et *Picea-Abies*, etc..., on observe un allongement progressif des feuilles de rameau long.

Il reste à justifier le dernier caractère évolutif considéré dans la feuille, le système conducteur.

Certaines feuilles des espèces que nous avons étudiées dans les divers genres ont les faisceaux soudés, d'autres les ont accolés. Chez d'autres, ils sont nettement séparés. Il s'agit toujours ici de coupes faites au milieu de la longueur de la feuille.

On peut se demander quel est de ces trois types celui qui représente le type évolué et celui qui est primitif. On est d'abord tenté de rechercher comment est le système vasculaire des premières feuilles formées, c'est-à-dire des feuilles colylédonaires et primordiales. Des études ont été faites sur cette question principalement par Bertrand, Daguillon, Dangeard, Hill et de Fraine. Il en résulte que, en général, les cotylédons ont un seul faisceau libéro-ligneux. Ce fait paraît général dans les espèces du groupe des Abiétées. Mais les auteurs cités ci-dessus n'ont pas étudié les genres *Keteleeria* et *Pseudotsuga*. Pirotta a fait une étude de la germination du *Keteleeria Fortunei* et montré que les feuilles primordiales ont deux faisceaux libéro-ligneux.

Si on suit le trajet du faisceau du cotylédon vers l'axe hypocotylé (sauf chez *Keteleeria*) on constate qu'il se divise dans l'axe hypocotyle pour fournir les deux faisceaux de bois et de liber qui doivent être séparés dans la racine. Le cas du *Keteleeria* s'éclaire par comparaison avec des cas observés chez certains *Pinus* par Hill et de Fraine. Il existe, en effet, des Pins dont certains cotylédons ont 2 faisceaux, une plantule d'*Araucaria*, même, peut avoir un cotylédon à 3 faisceaux. Ces faisceaux passent dans l'axe hypocotylé. On peut donc estimer que, dans ces cas-là, il s'agit de 2 ou

3 cotylédons fusionnés. Une soudure analogue a été décrite morphologiquement par Hickel dans *Keteleeria Davidiana* où sur 3 ou 4 cotylédons, 2 ou 3 sont soudés sur la moitié environ de leur longueur. La structure décrite par Pirotta correspond peut-être à une soudure.

Si on compare aux feuilles adultes, il ne peut pas être question de considérer une feuille à deux faisceaux comme formée de la fusion de deux feuilles à un faisceau. En effet, dans les feuilles adultes à un faisceau, le pétiole et la cicatrice présentent deux faisceaux qui se fusionnent plus ou moins loin après leur entrée dans la feuille. Les feuilles à un faisceau ne sont donc en rien comparables à un cotylédon à un faisceau. La feuille cotylédonaire ne nous apprend rien au sujet du caractère primitif ou évolué de l'haplo et de la diploxylie. C'est donc par l'étude des feuilles définitives elles-mêmes qu'il faut résoudre le problème.

Chauveaud a étudié le développement de la feuille de certaines espèces de Pins et de Sapins. Le double faisceau libéro-ligneux, que l'on trouve dans la région médiane de ces feuilles, provient de la bifurcation du faisceau unique qui pénètre dans le pétiole.

L'auteur a d'abord étudié la structure du cotylédon de l'*Abies Pinsapo*. Il décrit un seul faisceau libéro-ligneux qui continue directement le faisceau de l'hypocotyle.

Il retrouve un seul faisceau libéro-ligneux dans les feuilles définitives très jeunes de *A. bracteata, A. numidica, A. cilicica* et *A. brachyphylla*. Il s'agit des feuilles encore enfermées par les écailles du bourgeon. Le faisceau est primitivement indivis dans toute la longueur de la feuille. Il y a d'abord un cordon procambial. Dans ce cordon apparaissent sur la face inférieure quelques tubes criblés, sur la face supérieure un vaisseau de bois. De nouveaux éléments analogues se forment. Finalement le faisceau unique est constitué. Plus tard, les cellules médianes de ce faisceau continuent à s'accroître, mais cessent de se différencier en bois et tubes criblés. Au contraire, la totalité du liber correspondant aux files médianes disparaît. Il en est de même du bois un peu plus tard.

Deux portions latérales de liber puis deux portions latérales de bois se trouvent aussi séparées. Cette séparation va s'accentuant au cours du développement ultérieur.

Chauveaud déduit de son étude que le faisceau unique est primitif.

D'autres considérations m'ont amenée à admettre l'opinion in-

verse. Les traces foliaires des ramules de *Picea* (Lacassagne) *Pseudotsuga, Tsuga, Keteleeria* sont généralement formées de deux faisceaux.

Dans les feuilles de Pin maritime étudiées par V. Fieschi les deux faisceaux sont très séparés à la base de la feuille, au niveau de la gaine. Au fur et à mesure que l'on s'élève vers l'extrémité de la feuille, les faisceaux se rapprochent puis se fusionnent.

Il est logique d'admettre que primitivement les deux faisceaux venus indépendamment du ramule sont restés indépendants dans la feuille, puis qu'ils se sont soudés plus ou moins complètement. C'est cette idée que j'ai admise et je considère le type haploxylon comme plus évolué que le type diploxylon.

Cette opinion pourrait trouver quelque confirmation dans la constatation que les espèces de Pins subtropicales sont du type diploxylon et que les Pins les plus rustiques ainsi que les Mélèzes très rustiques sont surtout haploxylon. La rusticité étant propablement un caractère évolué l'opinion émise ci-dessus reçoit une certaine confirmation.

Les genres étudiés dans ce travail fournissent aussi des arguments à ce sujet :

Genre *Abies*. Les plus méridionaux sont très diploxylon (*A. Pinsapo, A. marocana, A. numidica, A. bracteata*).

Genre *Keteleeria :* l'espèce la plus méridionale *K. Roulletii* a les faisceaux les plus séparés. Donc les espèces qui ont conservé le plus de caractères primitifs ont les faisceaux foliaires distincts.

En définitive, à la suite de ces considérations, il est normal d'admettre que les caractères des feuilles primitives sont : feuille longue, stomates sur les deux faces, apex pointu, disposition en écouvillon, section épaisse, sous épiderme abondant, canaux centraux, faisceaux distincts. Ce qui correspond au tableau donné ci-dessus.

ÉVOLUTION DANS LES RAMEAUX

Dans le tableau ci-dessus, il a été admis que les ramules pubescents étaient primitifs et les ramules glabres évolués. On serait tenté de justifier cette idée en considérant que dans un rameau, les parties jeunes sont plus pubescentes que les parties âgées. Cette opinion n'a rien de démonstratif, car la disparition de la pubescence est en relation avec la formation d'un rhytidome et ne prouve rien pour l'évolution.

Pour avoir une idée de l'évolution il faut comparer les rameaux fertiles aux rameaux stériles. Cette comparaison n'est en général pas bien probante car la pubescence est assez semblable sur les deux rameaux. Il faut bien reconnaître d'ailleurs que cette étude est difficile. Dans les herbiers, on n'a pas des rameaux fertiles et stériles du même individu. Dans un arboretum l'inspection des rameaux fertiles n'est pas toujours aisée. Cependant Lacassagne a étudié la question pour un certain nombre d'espèces de *Picea* et considère que, assez souvent, les ramules stériles sont glabres, les ramules fertiles pubescents. Il signale seulement une exception. J'ai admis jusqu'à preuve du contraire que le type pubescent est primitif.

Au point de vue anatomique, notons d'après Lacassagne que les canaux résinifères nombreux dans l'écorce seraient un caractère primitif, de même leur présence dans le bois. Ces caractères serviront surtout dans l'étude comparée des genres.

ÉVOLUTION DANS LE CONE

Taille du cône. — Avoir admis que les cônes grands sont plus primitifs que les petits, est en accord avec les idées générales sur la diminution de taille des appareils floraux. Dans mon article sur l'évolution du rameau chez les Pinacées, j'ai admis que l'axe du cône est assimilable à un rameau demi-court et que la tendance de ce rameau était vers le raccourcissement. Voilà donc un argument pour admettre que les cônes courts sont évolués.

Admettre que les écailles hautes sont primitives, parait justifié si on considère leur forme habituelle dans les grands cônes. Ce sens d'évolution dérive en somme de celui adopté ci-dessus. De plus, les écailles sont assimilables à des rameaux nains, ainsi que l'a montré Doak (1935) et ces rameaux tendent à disparaître dans l'évolution des Pinacées.

Dimensions des bractées. — Cette question est délicate. J'ai assimilé le cône à un rameau demi-court. Chez un cône de Pin par exemple, l'analogie est très frappante. Au début de son développement, un rameau demi-court de Pin présente un axe, portant des bractées relativement grandes, à l'aisselle desquelles on voit l'ébauche du rameau nain. Pendant le développement ultérieur du rameau demi-court, la bractée ne se développe presque pas, pen-

dant que le rameau nain se développe jusqu'à sa taille adulte, devenant beaucoup plus grand que la bractée.

Dans le cône jeune on voit un axe portant des bractées assez grandes, à l'aisselle desquelles se forment des écailles petites. Dans le développement ultérieur, la bractée ne change guère de dimensions, pendant que l'écaille, assimilable au rameau nain, se développe beaucoup pour donner l'écaille du cône adulte. Cette disposition se retrouve dans toutes les espèces qui ont des bractées incluses dans le cône adulte.

Chez quelques espèces, par exemple : *Pseudotsuga Douglasii*, *Abies bracteata*, *A. nobilis*, les bractées du cône sont dès l'origine, très longues. Le même processus de développement du cône se produit, mais les bractées se développent davantage que dans le cas précédent tandis que les écailles se développent normalement, et à l'état adulte, le cône porte des bractées saillantes. C'est donc surtout par une différence relative de dimensions des bractées et des écailles dans le cône jeune, que se différencient les cônes à bractées saillantes et ceux à bractées incluses. Il s'agit de savoir quel est le type qui représente le stade le plus évolué.

Dans mon étude sur l'évolution du rameau des Pinacées, j'ai admis ,en conclusion, que les longues bractées du cône caractérisaient les formes évoluées. Je le faisais par analogie avec ce qui se passe dans les rameaux longs, chez lesquels les bractées des genres primitifs, deviennent des feuilles chez les genres évolués. Cet argument n'est qu'une analogie, car les bractés du cône sont des bractées de rameau demi-court et non de rameau long.

Le cône représentant un stade primitif du rameau demi-court il faut pour l'étudier le comparer au rameau demi-court du genre primitif : *Pinus*. Dans ce genre, l'inspection des rameaux demi-courts et des rameaux longs, montre qu'il n'y a pas de différences apparentes entre les bractées de l'un ou de l'autre. S'il est donc vrai que l'évolution de la bractée de rameau long se fait vers l'allongement, il est légitime de considérer que la bractée du cône peut suivre la même direction, comme je l'ai admis dans mon article. On peut d'ailleurs appuyer cette opinion par l'étude comparée de la longueur des bractées du cône chez les divers genres. L'étude du genre *Pinus* et du genre *Cedrus*, qui sont incontestablement les plus anciens d'après les découvertes paléobotaniques, amène à considérer que les bractées courtes et incluses sont primitives. Notons que cette opinion est l'inverse de celle

admise par LACASSAGNE. Il faut remarquer que ce caractère des bractées est *a priori* assez embarrassant, car les deux plus grands cônes donc les plus primitifs du genre *Abies : A. nobilis* et *A. cilicica,* ont l'un les bractées très développées, et cachant les écailles, l'autre, des bractées courtes. Quel que soit donc l'ordre adopté, on trouve toujours pour l'un des cônes, un caractère primitif, associé à un caractère évolué.

Remarquons pourtant que *A. bracteata,* évolué par beaucoup de caractères, a des bractées très saillantes. Remarquons aussi que *A. Pinsapo,* considéré comme primitif, a de grands cônes et des bractées incluses. Il y a donc des raisons assez acceptables d'adopter l'ordre signalé.

Voilà donc l'attitude que j'ai prise vis-à-vis des caractères d'évolution. On va voir que les groupes de classification sont satisfaisants, ce qui est la meilleure des confirmations, pour la validité de l'évolution adoptée.

CARACTÈRES DES PHYLUMS

Dans les tableaux de classification, on verra que les espèces qui pourront être considérées comme dérivant l'une de l'autre ou d'un ancêtre commun formeront des phylums. Ces phylums seront définis par divers caractères, communs aux espèces réunies. Les phylums voisins pourront former un groupe. Les groupes se distingueront les uns des autres soit par la constance d'un caractère, variable dans un autre groupe, soit par des caractères de nature différente.

Voici quelques exemples :

La présence de feuilles à bords aigus, se trouve dans un phylum de Sapins chinois (I). La présence de petits cônes globuleux sombres se trouve dans un groupe (VI).

Certains des caractères considérés : forme de l'apex de la feuille, position des stomates... etc., forme générale du cône, des écailles, forme des bourgeons, etc... sont évolutifs dans un phylum ou un groupe mais peuvent être fixes dans un autre phylum ou groupe. D'autres caractères n'ont pas de relation nette avec l'évolution.

Dans l'étude d'un phylum, on passe de l'espèce qui possède

le plus de caractères primitifs à celle qui possède le plus de caractères évolués.

Si on considère deux phylums voisins ou indépendants l'un de l'autre il peut arriver que tel caractère considéré comme primitif dans un phylum soit considéré comme évolué dans l'autre. C'est le cas, par exemple, pour la longueur des feuilles. On peut trouver l'indication longueur moyenne soit dans une colonne du tableau, soit dans l'autre. En effet si l'espèce primitive a des feuilles courtes et l'espèce évoluée des feuilles de longueur moyenne, ce dernier caractère sera considéré comme évolué, dans le phylum correspondant. Au contraire, si on passe d'une espèce à feuilles moyennes, à une espèce pourvue de longues feuilles, le premier type sera considéré comme primitif. Pour certains caractères, qui sont d'ailleurs peu nombreux le degré d'évolution est donc relatif.

Enfin, dans le tableau ci-dessus, il a été indiqué seulement les caractères évolutifs généraux qui se retrouvent dans les cinq genres d'Abiétées. Il existe d'autres caractères, qui sont évolutifs dans certains de ces genres seulement. Par exemple dans le genre *Tsuga* la classification tient compte de la position du canal résinifère unique de la feuille, par rapport à l'endoderme. Dans le genre *Picea* il faut considérer la longueur des canaux résinifères de la feuille, la forme des bourgeons.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Sans vouloir tirer de la répartition géographique des arguments pour les questions de classification, il est manifeste qu'une classification n'est bonne que si elle rapproche des espèces que la géographie et la paléogéographie ne séparent pas. De plus, il paraît probable que les espèces qui ont conquis les régions septentrionales, s'adaptant à un climat qui n'existait pas au tertiaire, ont eu là une cause d'évolution. On verra que ces idées générales ne sont pas en contradiction avec les opinions admises ci-dessous. Les groupes obtenus et souvent même les phylums, sont individualisés géographiquement.

CHAPITRE III

LES PHYLUMS DU GENRE *ABIES*

La revision du genre *Abies* de M. Th. Viguié et Gaussen, dont la partie publiée date de 1929, comportait 52 espèces et 12 variétés. Les travaux plus récents amènent à considérer deux espèces nouvelles *A. Georgei* Orr et *A. Hickeli* Flous et Gaussen. De plus, la variété *Smithii* de l'*A. Forrestii* me paraît devoir être considérée comme une espèce. L'*A. Faberi*, considéré comme synonyme de *Delavayi*, par les auteurs de la révision, me paraît devoir être séparé (1).

Les 56 espèces d'*Abies* ainsi décrites jusqu'à ce jour doivent en premier lieu être classées géographiquement. Les *Abies* américains forment un ensemble non complètement séparé, mais distinct des *Abies* asiatiques. La jonction entre les deux ensembles se fait par les espèces nord pacifiques. Dans les *Abies* américains, on peut distinguer trois groupes bien individualisés.

Les *Abies* asiatiques forment quatre groupes : nord pacifique et sibérien, sino-japonais, chinois centre-occidental, himalayen. Enfin, un dernier ensemble est formé par les espèces circumméditerranéennes et européennes.

Chaque ensemble réunissant souvent plusieurs groupes et ceux-ci plusieurs phylums, la classification du genre *Abies* est très complexe.

Cette classification géographique s'impose, car les espèces d'une des régions considérées ont plus de ressemblances entre elles,

(1) N'ayant pas encore pu étudier la question de l'*A. shastensis*, j'ai simplement séparé l'espèce de Lemmon de celle de Sargent.

qu'elles en ont avec les espèces d'une autre région. Mais les espèces de deux régions voisines ne diffèrent pas par tous leurs caractères, car ceux-ci ont souvent des variations limitées.

Par exemple, les feuilles ne peuvent être que pointues ou échancrées, les canaux : centraux ou marginaux, les bractées : incluses ou saillantes. Certains caractères seulement présentent les variations suffisantes. Citons notamment la forme de la section foliaire, la couleur du cône, sa forme, celle des écailles, des bractées, etc. Par exemple, la section quadrangulaire de la feuille ne s'observe pas dans les espèces asiatiques. Elle est, au contraire, fréquente chez les formes américaines. Inversement, les cônes de couleur violet sombre à maturité, appartiennent seulement aux espèces asiatiques.

Rappelons comment se traduit l'évolution des caractères chez les *Abiétées* (cf. p. 28). Les feuilles s'allongent, s'arrondissent et s'échancrent à l'apex. Elles perdent leurs stomates sur la face supérieure. Leur disposition devient subdistique. Leur section s'aplatit, le sous-épiderme diminue, les canaux centraux deviennent marginaux, les faisceaux libéro-ligneux séparés tendent à se fusionner. Les ramules deviennent glabres. Les cônes diminuent, leurs écailles s'élargissent et les bractées s'allongent.

D'autres caractères, non évolutifs, ont été utilisés dans la classification naturelle du genre *Abies*. Ce sont: la forme de la feuille, et celle de sa base, la forme des membranes épidermiques, celle des bourgeons, la couleur du cône.

Etudions les divers groupes suivant l'ordre géographique qui vient d'être indiqué.

ABIES AMÉRICAINS

On distingue actuellement 15 espèces bien caractérisées d'*Abies* américains.

Ces espèces m'ont paru pouvoir être classées en trois groupes.

Le groupe I est caractérisé par la présence de nombreux stomates sur la face supérieure de la feuille stérile et de la feuille fertile, et par la disposition marginale des canaux résinifères. Ce

dernier caractère est commun aux groupes I et II. L'autre, celui des stomates, est commun aux groupes I et III. Les trois groupes sont donc bien individualisés puisque les deux caractères essentiels ne se trouvent jamais à la fois dans deux d'entre eux.

Le groupe I peut être divisé en deux phylums : *A* et *B*.

Le phylum *A* renferme *A. magnifica* Murray, *A. shastensis* Lemmon et *A. nobilis* Lindley.

Le phylum *B*. renferme *A. concolor* (Parlatore) Parry, *A. Lowiana* (Gordon) Murray, *A. grandis* Lindley, et *A. amabilis* (Douglas) Forbes.

Le groupe II est plus hétérogène que le précédent. Il réunit trois espèces dont la parenté est peu apparente : *A. religiosa* (Humb., Bomp., Kunth.) Schlechtendal, *A. bracteata* (Don) Hooker et Arnott, *A. Hickeli* Flous et Gaussen. Il renferme notamment *A. bracteata*, espèce si aberrante, primitive par certains caractères de la feuille, évoluée par le cône.

Le groupe II, qui a, lui aussi, des feuilles à canaux marginaux, est essentitellement caractérisé par l'absence de stomates sur la face supérieure des feuilles.

Le groupe III, plus homogène, renferme un seul phylum C. Dans ce phylum, l'espèce *A. subalpina* Engelmann paraît la plus voisine de la forme ancestrale. Plus évolués sont *A. arizonica* Merriam, *A. balsamea* (Linné) Miller et *A. fraseri* (Pursh ing) Poiret.

Ce phylum *C* est caractérisé essentiellement par la disposition centrale des canaux résinifères foliaires. Il est intéressant de remarquer la grande analogie qui existe entre l'espèce la plus primitive de ce phylum *A. subalpina* et les espèces sibériennes et de la côte pacifique asiatique. Les canaux résinifères de grand diamètre joints à d'autres caractères anatomiques et morphologiques, permettent, je crois, d'établir un phylum américano-asiatique rattaché à *A. subalpina*. Ce phylum *D* servira de point de contact entre les deux grands groupes d'espèces annoncés ci-dessus : les américaines et les asiatiques.

Etudions successivement les trois sous-groupes américains.

GROUPE I

PHYLUM A

Ce phylum présente les caractères généraux suivants :

Feuille longue pourvue de nombreux stomates à la face supérieure.

Membranes épidermiques non ondulées.

Sous-épiderme discontinu.

Canaux marginaux dans la feuille stérile et dans la feuille fertile.

Feuille de la flèche pointue.

Cône très gros et grand.

Ecailles triangulaires.

Dans ce phylum, *magnifica* et *shastensis* se mettent nettement en série par certains caractères.

Nobilis est à rapprocher de *magnifica* avec lequel il paraît avoir un ancêtre commun.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	MAGNIFICA	
F. stérile...	Longueur moyenne. Apex non échancré, plus ou moins aigu. Disposition en brosse. Section très épaisse.	
		Canaux marginaux. Faisceaux presque soudés.
F. fertile...	Apex pointu. Section très épaisse.	
F. flèche...	Apex pointu.	
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	Ecailles plus hautes que larges. Bractées incluses.	

SHASTENSIS Lemmon.

F. stérile...	Longueur moyenne.	
	Disposition en brosse.	
	Section épaisse.	
		Canaux marginaux.
	Faisceaux distincts.	
F. fertile...	Section épaisse.	
Ramule. . .	.....	Glabre.
Cône.	.....	Ecaille assez large.
		Bractée saillante.

SHASTENSIS Sargent.

F. stérile...	Longueur moyenne.	
	Disposition en brosse.	
		Section peu épaisse.
	Faisceaux distincts.	
F. fertile...	Section épaisse.	
Ramule. . .	.....	Glabre.
Cône.	.....	Ecaille assez large.
		Bractée très saillante.

NOBILIS

F. stérile...	.....	Assez longue.
		Apex plus ou moins échancré.
		Disposition un peu pectinée.
		Section peu épaisse.
		Canaux marginaux.
		Faisceaux libéro-ligneux peu séparés.
F. fertile...	Apex pointu.	
		Section peu épaisse.
Ramule. . .	Plus ou moins pubescent.	
Cône.	Très grand.	
		Bractées très saillantes.

PHYLUM B

Ce phylum présente les caractères généraux suivants :

Feuilles longues pourvues de stomates sur la face supérieure.

Sous-épiderme discontinu.

Canaux marginaux.

Faisceaux libéro-ligneux séparés.
Feuilles fertiles à canaux marginaux.
Ecaille largement cunéiforme, ailée.

Ce phylum renferme 4 espèces qui ne peuvent être mises en série par tous leurs caractères.

Ces espèces ont un ancêtre commun. *A. Lowiana* et *A. concolor* ont plus de caractères primitifs que *A. grandis* et *A. amabilis*.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	CONCOLOR	
F. stérile...	Stomates très nombreux sur la face supérieure.	
	Apex plus ou moins aigu, non échancré.	
	Disposition en brosse.	
	Section assez épaisse.	
	Membranes des cellules épidermiques un peu ondulées.	
		Canaux marginaux.
F. fertile...	Apex pointu.	
	Stomates très nombreux sur la face supérieure.	
	Section épaisse.	
		Canaux marginaux.
Ramule. . . .	.....	Plus ou moins glabre.
Cône.	.....	Ecaille plus large que haute.
	Bractées courtes.	
	LOWIANA	
F. stérile...	.....	Longue.
	Stomates très nombreux sur la face supérieure.	
		Apex plus ou moins échancré.
		Disposition distique.
	Section assez épaisse.	
	Membranes des cellules épidermiques un peu ondulées.	

F. fertile... ..... Apex plus ou moins échancré.

Stomates très nombreux sur la face supérieure.

Section épaisse.

Canaux marginaux

Ramule.... Faiblement pubescent. ou glabre.

Cône..... ..... Ecaille plus large que haute.

Bractée courte.

GRANDIS

F. stérile... ..... Assez longue.

Stomates presque absents sur la face supérieure.

Apex quelquefois échancré.

Disposition subdistique ou pectinée.

Section plate.

Membranes épidermiques très ondulées.

Sous-épiderme très réduit.

Canaux marginaux.

Faisceaux libéro-ligneux très distincts.

F. fertile... Stomates très nombreux sur la face supérieure.

Apex émarginé.

Section épaisse.

Sous-épiderme abondant.

Canaux marginaux.

F. flêche... ..... Apex émarginé.

Ramule.... ..... Plus ou moins glabre.

Cône..... Assez grand.

Bractées courtes.

AMABILIS

F. stérile...	.....	Longue. Stomates presque absents sur la face supérieure. Apex quelquefois échancré. Disposition plus ou moins pectinée. Section peu épaisse. Cellules épidermiques à membranes ondulées. Canaux marginaux.
	Sous-épiderme abondant.	Faisceaux libéro-ligneux accolés.
F. fertile...	Apex plus ou moins pointu.	Section plate.
	Sous-épiderme continu.	Canaux marginaux.
F. flèche...	Apex pointu.	
Ramule....	Plus ou moins pubescent.	
Cône.....	Grand. Ecaille plus haute que large. Bractée non saillante.	

GROUPE II

Il est défini par les caractères généraux suivants :

Absence de stomates sur la face supérieure des feuilles.
Feuille stérile à section aplatie.
Canaux marginaux.
Faisceaux libéro-ligneux très éloignés.
Feuilles fertiles peu épaisses à canaux marginaux.
Cône de dimensions faibles, à bractées probablement toujours saillantes.

Les deux premières espèces *religiosa* et *bracteata* sont, en réalité, éloignées l'une de l'autre; mais elles peuvent avoir un ancêtre commun ancien.

On fait souvent de *A. bracteata* un sous-genre spécial. Notons qu'il a les membranes épidermiques non ondulées, caractère qui le rapprocherait du groupe I. Mais l'absence de stomates sur la

face supérieure des feuilles et la taille du cône n'ont pas permis de le placer dans ce groupe.

A. Hickeli, n'est pas encore assez connu, mais il se rattache probablement à *A. religiosa.*

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	RELIGIOSA	
F. stérile...	Assez courte.	
	Apex pointu, corné.	
	Stomates rares à la face supérieure.	
	Disposition en brosse.	
		Membranes épidermiques ondulées.
	Sous-épiderme très abondant.	
		Canaux marginaux.
Ramule....	Plus ou moins pubescent.	
Cône.....	.....	Ecaille large, ailée.
	BRACTEATA	
F. stérile...	.....	Longues.
		Pas de stomates à la face supérieure.
	Apex longuement aigu, corné.	
		Disposition subdistique.
	Membranes épidermiques non ondulées.	
		Canaux marginaux.
Ramule.....	.....	Glabre.
Cône.....	.....	Bractées très saillantes.
	HICKELI	
F. stérile...	Courte.	
		Pas de stomates à la face supérieure.
		Apex échancré.
		Disposition pectinée.
	Canaux sécréteurs en nombre supérieur à deux.	
Ramule....	Pubescent.	

GROUPE III

PHYLUM C

Ce phylum présente les caractères généraux suivants :

Feuille stérile pourvue de stomates sur la face supérieure.

Apex échancré.

Membranes des cellules épidermiques ondulées.

Canaux centraux.

Absence de fibres dans le cylindre central.

Ramule pubescent.

Cône ovoïde-oblong; écailles triangulaires auriculées ou triangulaires à côtés convexes, au moins aussi hautes que larges.

Dans ce phylum qui réunit quatre espèces, *subalpina* et *arizonica* sont très voisins. Leurs cônes ont des bractées très courtes. *Subalpina* se met nettement en série avec *balsamea* et sa variété *phanerolepis*.

Fraseri, très isolé géographiquement, peut être rattaché comme type nettement plus évolué par les bractées saillantes.

Sous-phylum 1.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	SUBALPINA	
F. stérile...	Longueur moyenne.	
	Stomates à la face supérieure.	
	Disposition en brosse.	
	Section épaisse.	
	Sous-épiderme abondant.	
	Grands canaux sécréteurs.	
	Canaux centraux.	
	Faisceaux libéro-ligneux séparés.	Faisceaux peu séparés.

F. fertile... Pointue.
Stomates sur la face supérieure.

F. flèche... Pointue.

Ramule.... Pubescent.

Cône..... Bractées courtes.

ARIZONICA

F. stérile... Assez courtes.
Stomates à la face supérieure. Stomates peu nombreux.
Apex échancré.
Disposition en brosse.
Section épaisse.
Grands canaux centraux.
Faisceaux libéro-ligneux distincts.

F. fertile... Pointue.

F. flèche... Pointue.

Ramule.... Pubescent.

Cône..... Bractées courtes.

Sous-phylum 2.

CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS

SUBALPINA
BALSAMEA

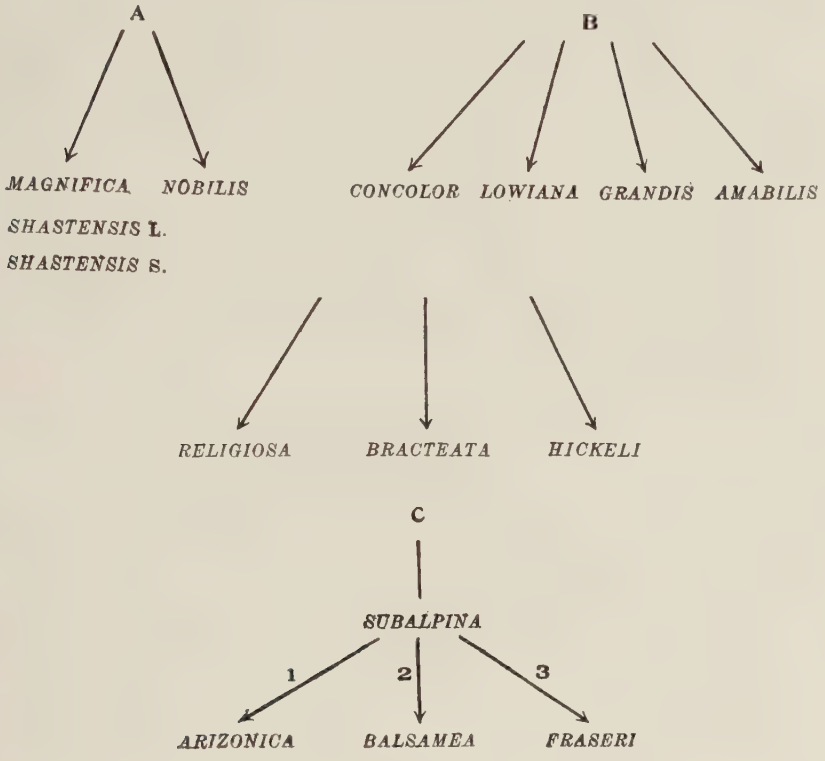
F. stérile... Longueur moyenne.
Stomates sur la face supérieure. Stomates peu nombreux.
Disposition subdistique.
Section plate.
Canaux centraux. Canaux de diamètre réduit.
Tendance aux canaux marginaux (var. *Hudsoniana*).
Sous-épiderme presque nul.
Faisceaux distincts.

F. fertile...	Stomates sur la face supérieure.	
		Apex émarginé.
		Section plate.
		Sous-épiderme peu abondant.
	Canaux centraux.	Canaux de faible diamètre.
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	Taille moyenne.	
	Bractées incluses.	Bractées saillantes dans *phanerolepis*.

Sous-phylum 3.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	SUBALPINA	
	FRASERI	
F. stérile...	Courte.	
	Stomates sur la face supérieure.	Stomates en très petit nombre.
		Disposition plus ou moins subdistique.
		Section plate.
		Sous-épiderme très discontinu.
		Canaux sécréteurs de diamètre moyen.
	Faisceaux libéro-ligneux séparés.	
F. fertile...	.....	Apex obtus.
F. flèche...	.....	Sous-épiderme peu développé.
		Canaux marginaux.
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	.....	Petite taille.
		Bractées saillantes.

La parenté entre les *Abies* américains peut être résumée par le tableau suivant :



ABIES AMÉRICANO-ASIATIQUES

Au même ancêtre que l'espèce américaine *A. subalpina* ou à cette espèce elle-même semblent se rattacher une dizaine environ de formes asiatiques. D'où le nom de américano-asiatique donné au groupe, qui va être étudié maintenant.

Le groupe IV est constitué par deux phylums d'importance très inégale. Le premier *D* peut être rattaché à l'espèce actuelle *A. subalpina*. Le deuxième *E* paraît dériver du même ancêtre que cette espèce.

Dans le phylum *D*, les espèces *A. subalpina*, *A. gracilis* Komarow, *A. sibirica* Ledebour, se mettent en série d'une façon assez satisfaisante.

D'autre part, *A. subalpina* se met en série : avec *A. sachalinensis* Masters et *A. Mayriana* Miyabe et Kudo,
avec *A. Nemorensis* Miyabe et Kudo et *A. Veitchii* Lindley,
avec *A. nephrolepis* Maximovicz.

Dans le phylum *E*, qui renferme seulement deux espèces, *A. Mariesii* Masters possède plus de caractères primitifs que *A. Koreana* Wilson.

Le groupe IV est caractérisé par les dispositions suivantes :

Feuilles stériles à apex échancré.

Sous-épiderme, en général, très réduit.

Canaux sécréteurs centraux, souvent de grand diamètre.

Ecaille plus haute que large à l'origine et devenant réniforme largement ailée.

GROUPE IV

PHYLUM D

Les caractères généraux qui définissent ce phylum sont les suivants :

Feuille stérile de longueur moyenne.

Grands canaux sécréteurs dans les formes primitives.

Considérons successivement les quatre sous-phylums.

Sous-phylum 1.

Caractérisé par de grands canaux foliaires et par des cônes à bractées incluses.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	SUBALPINA	
F. stérile...	Longueur moyenne.	
	Stomates à la face supérieure.	
	Disposition en brosse.	
	Section épaisse.	
	Sous-épiderme abondant.	
	Grands canaux.	
	Canaux centraux.	
	Faisceaux libéro-ligneux séparés.	

F. fertile... Pointue.
Stomates sur la face supérieure.
Canaux centraux.
F. flèche... Pointue.
Ramule.... Pubescent.
Cône..... Ecaille triangulaire.
Bractées courtes.

GRACILIS

F. stérile... Longueur moyenne.
Pas de stomates sur la face supérieure.
Apex échancré.
Section plate.
Sous-épiderme très réduit.
Grands canaux.
Canaux centraux.
Faisceaux séparés.
Ramule.... Pubescent.
Cône..... Assez petit.
Ecaille triangulaire auriculée.
Bractée courte.

SIBIRICA

F. stérile... ..... Feuilles assez longues.
Très peu de stomates.
Apex échancré.
Section plate.
Très peu de sous-épiderme.
Grands canaux.
Canaux centraux. Tendance à canaux marginaux.
Faisceaux libéro-ligneux distincts.
F. fertile... Pointue.
Pas de sous-épiderme.
Grands canaux.
Ramule.... Pubescent.
Cône..... ..... Assez petit.
Ecaille triangulaire auriculée.
Bractée courte.

Sous-phylum 2.

Il est caractérisé par de grands canaux foliaires et des cônes à bractées très saillantes, réfléchies.

CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
SUBALPINA *SACHALINENSIS*	
F. stérile...	Feuille moyenne. Stomates en très petit nombre. Apex échancré. Section plate. Sous-épiderme très discontinu.
Grands canaux. Canaux centraux. Multiplication des canaux. Faisceaux distincts.	
F. fertile...	Apex échancré. Sous-épiderme réduit.
Canaux centraux.	
F. flèche... Pointue.	
	Canaux marginaux. Très peu de sous-épiderme.
Ramule. . .. Pubescent.	
Cône. . . . . Moyen.	
	Ecaille ailée. Bractée plus longue que l'écaille.
MAYRIANA	
F. stérile...	Longueur moyenne. Pas de stomates. Apex échancré. Section aplatie. Sous-épiderme très réduit.
Grands canaux.	
	Canaux submarginaux.
Ramule. . .. Pubescent.	
Cône.	Assez petit. Ecaille réniforme ailée et auriculée. Bractée plus longue que l'écaille.

Sous-phylum 3.

Caractérisé par de petits canaux foliaires et des cônes à bractées saillantes, non réfléchies.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	SUBALPINA NEMORENSIS	
F. stérile...	Feuilles fines.	Feuilles assez longues.
		Pas de stomates ou très peu.
		Apex échancré.
	Disposition en brosse.	
		Section assez aplatie.
		Sous-épiderme réduit.
	Canaux centraux.	
	Canaux de diamètre assez grand.	
	Faisceaux distincts.	
F. fertile...	Apex quelquefois pointu.	Apex quelquefois émarginé.
	Stomates sur la face supérieure.	
	Sous-épiderme assez abondant.	
	Canaux centraux.	
Ramule. . ..	Pubescent.	
Cône.....	Taille moyenne.	
		Ecaille réniforme ailée.
		Bractée longue.
	VEITCHII	
F. stérile...	Longueur moyenne.	
		Pas de stomates ou très peu.
		Apex échancré large.
	Disposition en brosse.	
		Section plate.
		Sous-épiderme très réduit.
	Canaux centraux.	Canaux de faible diamètre.
	Faisceaux distincts.	
F. fertile...		Apex obtus.
		Sous-épiderme réduit.
	Canaux centraux.	

F. flèche...	.....	Pas de stomates sur la face supérieure. Apex bifide. Sous-épiderme très réduit.
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	Moyen.	
		Ecaille largement ailée. Bractée longue.

Sous-phylum 4.

Caractérisé par de grands canaux foliaires et des cônes à bractées saillantes, non réfléchies.

	CARACTÈRES ÉVOLUÉS	CARACTÈRES PRIMITIFS
	SUBALPINA *NEPHROLEPIS*	
F. stérile...	Longueur moyenne.	
		Pas de stomates.
	Disposition en brosse.	
		Section peu épaisse. Sous-épiderme peu abondant.
	Canaux centraux. Grands canaux.	
		Faisceaux libéro-ligneux accolés.
F. flèche...	Apex pointu.	
		Pas de stomates.
	Sous-épiderme abondant.	
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	.....	Assez petit. Ecaille triangulaire largement ailée. Bractée saillante.

PHYLUM E

Ce phylum qui est réduit à deux espèces possède par suite, plusieurs caractères généraux.

Feuille stérile courte.

Apex large, arrondi, échancré.

Stomates très rares sur la face supérieure.

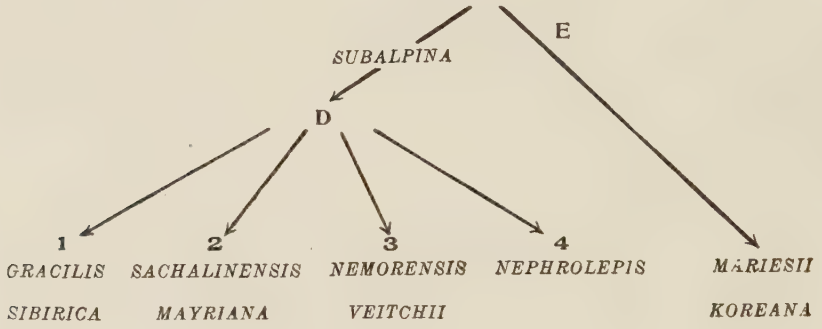
Section foliaire plate.
Sous-épiderme presque absent.
Canaux centraux.
Feuille fertile à apex échancré.
Cône ovoïde-cylindrique à écaille plus large que haute, ailée.

Dans ce phylum, *A. Mariesii* paraît être la forme la plus primitive.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	MARIESII	
F. stérile...	Courte.	
		Pas de stomates.
		Apex échancré.
	Disposition en brosse.	Disposition subpectinée.
		Section assez plate.
		Sous-épiderme discontinu.
	Canaux centraux.	Canaux petits.
F. fertile...	.....	Apex échancré.
		Stomates rares.
F. flèche...	.....	Apex plus ou moins échancré.
		Pas de stomates.
		Sous-épiderme discontinu.
Ramule....	Pubescent sur l'arbre jeune.	Glabre sur arbre âgé.
Cône.....	Assez grand.	
		Ecaille largement ailée.
		Bractée dépassant le milieu de l'écaille.
	KOREANA	
F. stérile...	Courte.	
		Pas de stomates en général.
		Apex échancré ou bifide.
		Section peu épaisse.
		Sous-épiderme très réduit.
	Canaux centraux.	Tendance à canaux marginaux.
		Faisceaux distincts.
F. fertile...	.....	Apex échancré.
F. flèche...	Apex pointu.	
		Peu de sous-épiderme.
	Canaux centraux.	

Ramule. . . .	Pubescent.
Cône.	Assez petit. Ecaille réniforme ailée. Bractée plus longue que l'écaille.

La classification des *Abies* américano-asiatiques peut être résumée par le tableau suivant :



ABIES SINO-JAPONAIS

Le groupe des *Abies* sino-japonais qui constitue le **groupe V** peut être considéré comme formant un phylum F divisé en deux sous-phylums.

Le groupe V s'oppose au groupe précédent par la présence de petits canaux dans la feuille, et par la forme de l'écaille.

Le sous-phylum 1 comprend les espèces :

A. holophylla (Knight) Maximowicz, *A. homolepis* Siebold et Zuccarini, *A. umbellata* Mayr.

Le sous-phylum 2 renferme *A. firma* Siebold et Zuccarini. Cette espèce possède des caractères très spéciaux, qui paraissent dus à l'isolement insulaire. Elle a évolué à partir d'une forme ancestrale qui est peut être aussi celle du sous-phylum 1.

Les caractères généraux du groupe V sont les suivants :

Feuille stérile à sous-épiderme très abondant. Canaux centraux, de diamètre moyen.

Cône grand à écailles au moins aussi hautes que larges, ailées.

GROUPE V

PHYLUM F

Sous-phylum 1.

Dans ce sous-phylum, *A. holophylla* possède le plus de caractères primitifs, *A. umbellata* est le plus évolué.

Les caractères particuliers à ce sous-phylum sont :

Feuille stérile à sous-épiderme continu.
Ramule glabre.
Cône cylindrique.
Bractée non saillante.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	HOLOPHYLLA	
F. stérile...	Feuilles moyennes. Quelquefois présence de stomates sur la face supérieure. Apex pointu. Disposition en brosse. Section épaisse. Sous-épiderme continu et doublé par places. Canaux centraux. Faisceaux libéro-ligneux séparés.	
F. fertile...	Apex pointu. Stomates nombreux sur la face supérieure. Sous-épiderme continu. Canaux centraux.	
F. flèche...	Apex pointu.	
Ramule.		Plus ou moins glabre sur l'arbre âgé.
Cône.	Grand. Ecaille cunéiforme ailée. Bractée très courte n'atteignant pas le milieu de l'écaille.	

HOMOLEPIS

F. stérile...	Longueur moyenne.	
		Pas de stomates sur la face supérieure.
		Apex obtus ou échancré.
		Disposition subdistique.
		Section plate.
	Sous-épiderme continu.	
	Canaux centraux.	Tendance à canaux marginaux.
	Faisceaux distincts.	
F. fertile...	Apex pointu.	
		Très peu de stomates sur la face supérieure.
	Sous-épiderme abondant.	
	Canaux centraux.	
F. flèche...	Apex pointu.	
		Pas de stomates sur la face supérieure.
Ramule. . .	.....	Glabre.
Cône.	Assez grand.	
	Ecaille cunéiforme ailée.	
	Bractée courte.	

UMBELLATA

F. stérile...	Longueur moyenne.	
		Pas de stomates sur la face supérieure.
	Apex quelquefois pointu.	Apex quelquefois échancré.
	Disposition en brosse.	
		Section plate.
	Sous-épiderme continu.	
	Canaux centraux.	
		Faisceaux libéro-ligneux accolés.
F. fertile...	.....	Un peu échancrées.
		Pas de stomates sur la face supérieure.
	Sous-épiderme continu.	
	Canaux centraux.	
F. flèche...	Pointue.	
Ramule. . .	.....	Glabre.
Cône.	Assez grand.	
		Ecaille presque réniforme.
	Bractée courte.	

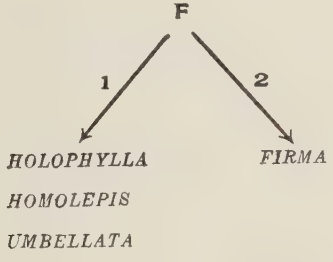
Sous-phylum 2.

Ce sous-phylum se distingue du précédent par les caractères suivants :

Feuille stérile à sous-épiderme discontinu.
Canaux supplémentaires.
Présence de sclérites dans le parenchyme foliaire.
Ramule pubescent.
Cône ovoïde cylindrique, à bractées saillantes.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	FIRMA	
F. stérile...		Assez longue. Pas de stomates ou très peu. Apex échancré. Disposition subdistique. Section assez plate.
	Sous-épiderme très abondant.	
		Canaux nombreux.
	Canaux centraux. Faisceaux séparés.	Canaux marginaux.
F. fertile...		Apex échancré.
	Quelques stomates. Sous-épiderme presque continu. Canaux centraux.	
F. flèche...	Quelques stomates. Apex pointu.	
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	Faille moyenne.	
		Bractée longue.

La parenté entre les *Abies* sino-japonais peut être résumée ainsi :



ABIES DE LA CHINE CENTRALE ET OCCIDENTALE

Les espèces de la Chine centrale et occidentale forment **le groupe VI.**

On peut y distinguer trois phylums ayant un ancêtre commun.

Le phylum G renferme deux sous-phylums :

A. chensiensis Van Tieghem, *A. recurvata* Masters et *A. Beisneriana* Rehder et Wilson forment un premier sous-phylum.

Le sous-phylum 2 est réduit à l'espèce *A. kawakamii* Ito.

Le phylum H comprend :

A. squamata Masters et *A. Fargesii* Franchet qui paraissent avoir un ancêtre commun.

Le phylum I est divisé en deux sous-phylums. Le premier est constitué par : *A. sutchuenensis* Rehder et Wilson, *A. Faxoniana* Rehder et Wilson, *A. Faberi* Craib, *A. Delavayi* (Van Tieghem), Franchet et *A. Forrestii* Craib.

Le deuxième sous-phylum comprend : *A. Smithii* (Viguié et Gaussen) Flous et *A. Georgei* Orr.

Ce groupe VI est caractérisé par des feuilles dépourvues ou à peu près dépourvues de stomates sur la face supérieure, à sous-épiderme très abondant, à petits canaux centraux dans les formes primitives et tendant à devenir marginaux dans les formes évoluées. Il est caractérisé aussi par des cônes de taille moyenne, ovoïdes globuleux, de couleur sombre.

GROUPE VI

PHYLUM G

Les caractères généraux de ce phylum sont les suivants :

Feuille à canaux marginaux de diamètre réduit.

Section de la feuille recourbée vers le bas latéralement.

Faisceaux libéro-ligneux distincts.

Feuille fertile pointue, pourvue de stomates sur la face supérieure.

Cône moyen ou petit, ovoïde cylindrique, de couleur sombre.
Ecaille auriculée.
Bractée courte.

Sous-phylum 1.

Il se distingue du suivant par la longueur moyenne des feuilles stériles, par leur disposition subdistique, par la pubescence faible ou nulle du ramule.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	CHENSIENSIS	
F. stérile...	.....	Stomates peu nombreux ou pas de stomates à la face supérieure. Apex échancré. Disposition subdistique. Section plate.
	Bords latéraux de la feuille formant des angles aigus.	
		Sous-épiderme discontinu. Canaux marginaux.
	Faisceaux libéro-ligneux distincts.	
F. fertile...	Stomates sur la face supérieure. Canaux centraux.	
Ramule. . .	.....	Glabre.
Cône.	Moyen. Ecaille cunéiforme ailée. Bractée courte.	
	RECURVATA	
F. stérile...	.....	Très peu de stomates à la face supérieure.
	Apex plus ou moins pointu.	
		Disposition subdistique. Section plate.
	Sous-épiderme continu.	
		Canaux marginaux.
	Faisceaux libéro-ligneux séparés.	

F. fertile...	Stomates sur la face supérieure.	
	Apex pointu.	
F. flèche...	.....	Pas de stomates sur la face supérieure.
Ramule. . . .	.....	Glabre.
Cône.	.....	Petit.
		Ecaille subréniforme.

BEISSNERIANA

F. stérile...	.....	Feuille assez longue.
		Stomates peu nombreux sur la face supérieure.
	Apex plus ou moins pointu.	
		Disposition subdistique.
	Section assez épaisse.	
	Sous-épiderme continu.	
		Canaux marginaux.
	Faisceaux libéro-ligneux séparés.	
F. fertile...	Stomates sur la face supérieure.	
	Apex pointu.	
	Sous-épiderme très abondant.	
Ramule. . . .	.....	Glabre.
Cône.	.....	Petit.
		Ecaille réniforme.

Sous-phylum 2.

Il est réduit à une seule espèce actuelle qui se distingue des espèces du sous-phylum 1 par la faible longueur des feuilles, par leur disposition en brosse et par la pubescence du ramule, caractères primitifs.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS

KAWAKAMII

F. stérile...	Courte.	
	Quelques stomates sur la face supérieure.	
	Apex quelquefois aigu.	Apex souvent échancré.
	Disposition en brosse.	
		Section aplatie.
	Sous-épiderme continu.	
		Canaux marginaux.
	Faisceaux distincts.	

F. fertile... Nombreux stomates.
Apex entier en pointe obtuse.
Sous-épiderme abondant.
Canaux marginaux.
Ramule.... Pubescent.
Cône..... Taille réduite.
Ecaille cunéiforme ailée.
Bractée courte.

PHYLUM H

Ce phylum est constitué par deux espèces seulement, qui ne peuvent être mises en série par tous leurs caractères. Leurs caractères communs permettent cependant de les rattacher à un même ancêtre. Ces caractères sont :

Feuille stérile à sous-épiderme continu.
Section arrondie aux bords latéraux.
Canaux centraux.
Faisceaux libéro-ligneux séparés.
Feuille fertile à canaux centraux.
Ramule glabre.
Cône ovoïde, petit, de couleur sombre.
Ecaille aussi haute que large, auriculée.
Bractée un peu saillante.

Ce phylum est plus primitif que le précédent par les caractères de la feuille (canaux centraux) plus évolué par ceux du cône (bractée longue).

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	SQUAMATA	
F. stérile...	Présence de quelques stomates à la face supérieure.	
	Apex très pointu.	
	Disposition en brosse.	
	Section assez épaisse.	
	Sous-épiderme continu.	
	Canaux centraux.	
	Faisceaux libéro-ligneux séparés.	

F. fertile...	Présence de nombreux stomates sur la face supérieure.	
	Canaux centraux.	
F. flèche...	Apex pointu.	
	Stomates sur la face supérieure.	
	Canaux centraux.	
Ramule. . . .	.....	Glabre.
Cône.	Ecaille aussi haute que large.	
		Bractée peu saillante.

FARGESII

F. stérile...	.....	Pas de stomates à la face supérieure.
		Apex échancré.
		Disposition subdistique.
		Section plate.
		Canaux parfois marginaux.
	Faisceaux libéro-ligneux séparés.	
F. fertile...	.....	Pas de stomates.
		Apex émarginé.
		Section plate.
	Canaux centraux.	
Ramule. . . .	.....	Glabre.
Cône.	Ecaille aussi haute que large.	
		Bractée saillante.

PHYLUM I

Il se distingue essentiellement des deux précédents par la forme de la section de la feuille stérile. Ls bords latéraux forment ici un angle très aigu recourbé vers le bas.

Les autres caractères généraux sont les suivants :

Feuille stérile dépourvue de stomates sur la face supérieure.
Apex échancré.
Cône de couleur sombre.
Ecaille triangulaire auriculée.
Bractée plus ou moins saillante.

Un premier sous-phylum *sutchuenensis, Faxoniana, Delavayi,*

Forrestii a des caractères nettement progressifs. On y passe des canaux centraux aux canaux marginaux dans les feuilles stériles. Les renseignements sur *A. Faberi* sont insuffisants. Il a été placé d'après les caractères du cône.

Un autre sous-phylum qu'on peut faire dériver de l'ancêtre de *sutchuenensis*, présente des espèces à rameaux très pubescents, et à bractées pourvues d'une fine pointe très saillante. Il est difficile de classer ces deux espèces l'une par rapport à l'autre. Je ne connais que les feuilles stériles de l'une et les feuilles fertiles de l'autre. On peut se demander d'ailleurs s'il ne s'agit pas de la même espèce. Mais les dessins de Orr et de Viguier et Gaussen ne correspondent pas pour la forme de la bractée dans les deux espèces.

Le phylum I se rattache à l'ancêtre du phylum H par les bractées peu saillantes et les canaux centraux de ses formes primitives.

Sous-phylum 1.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	SUTCHUENENSIS	
F. stérile...	.....	Pas de stomates sur la face supérieure.
		Apex échancré.
		Disposition subdistique.
	Section assez épaisse.	
	Sous-épiderme presque continu.	
	Canaux centraux.	
F. fertile...	Stomates sur la face supérieure.	
	Apex souvent pointu.	Apex quelquefois émarginé.
	Sous-épiderme continu.	
	Canaux centraux.	
F. flèche...	.....	Pas de stomates.
	Apex très pointu.	
Ramule. . . .	.....	Plus ou moins glabre.
Cône.	.....	Ecaille triangulaire auriculée.
	Bractée à pointe terminale courte.	Bractées saillantes.

FAXONIANA

F. stérile...	.....	Pas de stomates sur la face supérieure. Apex échancré. Disposition subdistique. Section plate.
	Sous-épiderme continu. Canaux centraux.	Canaux quelquefois submarginaux.
	Faisceaux distincts.	
F. fertile...	.....	Apex échancré.
	Sous-épiderme continu. Canaux centraux.	
F. flèche...	Apex pointu. Sous-épiderme continu. Canaux centraux.	
Ramule....	.....	Plus ou moins glabre.
Cône.....	.....	Ecaille triangulaire auriculée.
	Bractée à pointe terminale courte.	Bractée saillante.

FABERI

F. stérile...	.....	Apex échancré.
Ramule....	.....	Plus ou moins glabre.
Cône.....	Bractée à pointe terminale courte.	Bractée saillante.

DELAVAYI

F. stérile...	.....	Pas de stomates. Apex émarginé. Disposition subdistique. Section très recourbée aux angles latéraux. Sous-épiderme discontinu. Canaux marginaux.
	Faisceaux distincts.	
F. fertile...	.....	Apex échancré.
	Sous-épiderme continu.	Canaux marginaux.
Ramule....	.....	Plus ou moins glabre.

Cône.	Ecaille triangulaire auriculée.
	Bractée saillante.
Pointe de la bractée courte.	

FORRESTII

F. stérile. . .	Pas de stomates sur la face supérieure.
	Apex échancré.
	Disposition subdistique.
	Section plate.
	Sous-épiderme très réduit.
	Angles latéraux recourbés.
	Canaux marginaux.
Faisceaux distincts.	
F. fertile. . .	Apex émarginé.
	Angles recourbés.
Sous-épiderme continu.	
F. flèche. . .	Apex échancré.
Ramule. . . .	Plus ou moins glabre.
Cône.	Ecaille triangulaire auriculée.
	Bractée un peu saillante.
Pointe de la bractée courte.	

Sous-phylum 2.

CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS

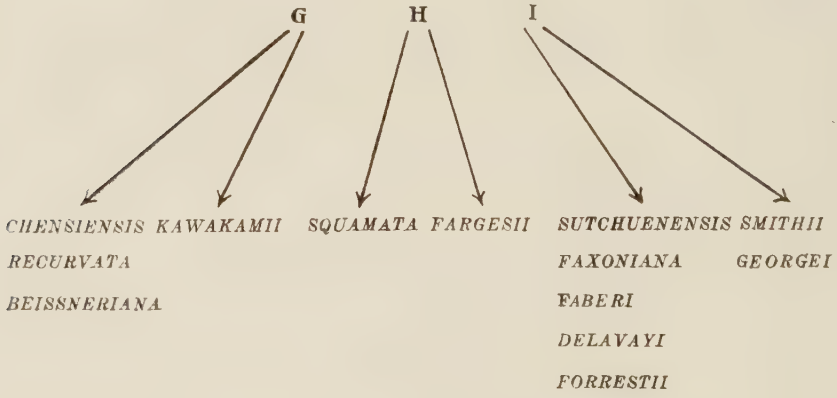
SMITHII

F. stérile. . .	Apex échancré.
	Section plate.
Sous-épiderme continu.	
	Canaux marginaux.
Ramule. . . .	Très velu.
Cône.	Ecaille triangulaire, largement auriculée.
	Bractée saillante à pointe longue.

GEORGEI

F. stérile...	Pas de stomates à la face supérieure. Apex échancré. Disposition distique. Section aplatie. Sous-épiderme discontinu. Canaux marginaux. Faisceaux accolés.
Ramule. . . . Pubescent.	
Cône.	Ecaille triangulaire auriculée. Bractée saillante à pointe très longue.

La classification des *Abies* de la Chine centrale et occidentale peut être résumée par le tableau suivant :



ABIES HIMALAYENS

Les quatre espèces de l'Himalaya constituent **le groupe VII** La parenté très nette entre ces espèces permet de les réunir en un phylum, divisé en deux sous-phylums, très voisins, qui se distinguent par la longueur des feuilles: l'un de ces sous-phylum renferme *A. brevifolia* Henry in Fitz Patrick et *A. Gamblei*

Hickel. L'autre est constitué par *A. Webbiana* (Wallisch) Lindley et *A. Pindrow* (Lambert) Royle.

GROUPE VII

PHYLUM J

Il est caractérisé ainsi :

Feuilles stériles subdistiques.
Sous-épiderme abondant.
Canaux marginaux.
Faisceaux libéro-ligneux distincts.
Pubescence faible.
Bourgeons gros et empâtés.
Cône grand, ovoïde cylindrique, de couleur sombre à écailles cunéiformes et bractées courtes.

Les espèces himalayennes se rattachent par beaucoup de caractères au phylum circumméditerranéen méridional. Mais la couleur sombre des cônes et la présence d'une feuille fertile à bords latéraux anguleux chez *A. Webbiana* et *A. brevifolia,* sont des caractères qui rapprochent du groupe chinois.

Sous-phylum 1.

Ce sous-phylum réunit les deux espèces occidentales, à feuilles courtes.

L'absence de documents sur le cône de *A. Gamblei* ne permet pas de savoir si cette espèce est plus évoluée que *A. brevifolia* par tous ses caractères.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	BREVIFOLIA	
F. stérile...	Courte.	
	Stomates sur la face supérieure.	
		Apex bifide.
		Disposition subdistique.
		Sous-épiderme discontinu.
		Canaux marginaux.
	Faisceaux distincts.	

F. fertile...	Stomates sur la face supérieure.	
		Apex émarginé ou arrondi.
		Canaux marginaux.
	Sous-épiderme continu.	
Ramule....	Plus ou moins pubescent.	
Cône.....	Grand.	
	GAMBLEI	
F. stérile...	Courte.	
		Pas de stomates sur la face supérieure.
	Apex quelquefois pointu.	Apex quelquefois émarginé.
		Disposition subdistique.
		Section plate.
		Sous-épiderme discontinu.
		Canaux marginaux.
	Faisceaux distincts.	
Ramule.....		Glabre.

Sous-phylum 2.

Il est formé par les deux autres espèces, à feuilles longues. Ces deux espèces ne peuvent être considérées comme dérivant l'une de l'autre. Il est vrai que les renseignements fournis sur certains caractères sont souvent contradictoires suivant les auteurs. *A. Pindrow* est plus évolué que *A. Webbiana* par ses longues feuilles. Il est plus primitif par ses feuilles fertiles à canaux centraux. Les deux espèces peuvent être rattachées à un ancêtre commun.

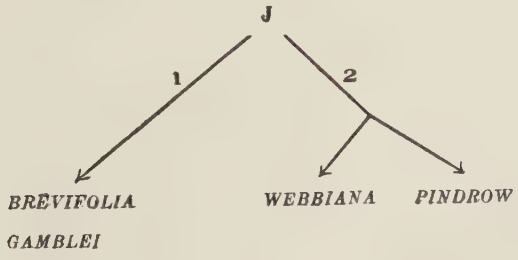
	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	WEBBIANA	
F. stérile...		Longue.
	Stomates à la face supérieure.	
		Apex un peu émarginé.
		Disposition subdistique.
	Sous-épiderme abondant.	
		Canaux marginaux.
	Faisceaux distincts.	
F. fertile...	Apex pointu.	
	Sous-épiderme continu.	
		Canaux marginaux.
	Bords latéraux aigus.	

Ramule. . . .	Plus ou moins pubescent.
Cône.	Grand. Ecaille largement cunéiforme. Bractée assez courte.

PINDROW

F. stérile...	Feuille très longue.
Stomates à la face supérieure.	
	Apex bifide. Disposition subdistique.
Sous-épiderme abondant.	
	Canaux marginaux.
Faisceaux distincts.	
F. fertile... Stomates à la face supérieure.	
	Apex échancré.
Section assez épaisse. Sous-épiderme continu. Canaux centraux.	
F. flèche...	Canaux marginaux.
Ramule. . . .	Plus ou moins pubescent.
Cône.	Ecaille cunéiforme. Bractée courte.

La parenté entre les espèces himalayennes peut être résumée par le tableau suivant :



ABIES CIRCUMMÉDITERRANÉENS

Il reste à examiner la filiation des espèces qui croissent sur le pourtour de la Méditerranée et dans l'Europe centrale.

Ces espèces forment un groupe caractérisé par de grands cônes à écailles du type cunéiforme ailé. Les autres caractères communs sont le faible diamètre des canaux résinifères de la feuille et la forme de la graine.

Dans **ce groupe VIII** on peut considérer deux phylums complexes.

Le phylum K renferme :

Un sous-phylum formé de : *A. Bornmülleriana* Mattfeld, *A. Nordmanniana* (Steven) Link, *A. cephalonica* Loudon, *A. equi trojani* Ascherson et Sintenis.

Un sous-phylum formé de *A. pectinata* (Lamarck) de Candolle et *A. nebrodensis* Mattei.

A ces deux sous-phylums se rattache *A. Borisii Regis* Mattfeld, qui a été reconnu comme étant un hybride de *A. cephalonica* et *A. pectinata.*

Le phylum L renferme : d'une part *A. cilicica* (Antoine et Kotschy) de Tchihatcheff, d'autre part, *A. numidica* de Lannoy, enfin *A. Pinsapo* Boissier et *A. marocana* Trabut.

On trouve dans *A. cilicica* et dans *A. numidica* des caractères qui font le passage d'un phylum à l'autre (feuilles longues, linéaires, à section peu épaisse comme dans le phylum K, cône à bractées courtes, incluses, comme dans le phylum L).

D'autre part l'espèce *A. Pardei* Gaussen me paraît pouvoir être considérée comme un hybride de *A. Pinsapo* et *A. pectinata.* Mais cette espèce n'a pas été trouvée à l'état spontané, aussi n'ai-je pas signalé ses caractères.

GROUPE VIII

PHYLUM K

Les caractères généraux qui définissent ce phylum sont :

Feuille linéaire à section aplatie.

Sous-épiderme abondant.

Canaux foliaires de faible diamètre.

Cône cylindrique à bractées saillantes.

Sous-phylum 1.

Il est caractérisé par la forte torsion de la base des feuilles.

Dans ce sous-phylum, *A. Bornmülleriana* est primitif par ses canaux foliaires centraux. *A. cephalonica* est primitif lui aussi par ses feuilles mucronées. Il n'est pas possible de faire dériver une espèce de l'autre. Elles ont probablement un ancêtre commun à canaux centraux et à feuilles mucronées. *A. Nordmanniana* se met en série avec *A. Bornmül leriana* d'une façon satisfaisante.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	CEPHALONICA	
F. stérile...	Longueur moyenne.	
	Stomates sur la face supérieure.	
	Apex entier, pointu.	
	Disposition en brosse.	
	Section épaisse.	
	Sous-épiderme continu.	
		Canaux marginaux.
F. fertile...	Nombreux stomates sur la face supérieure.	
	Apex pointu.	
	Sous-épiderme abondant.	
		Canaux marginaux.
Ramule.....		Glabre.
Cône.....	Grand.	
	Ecaille cunéiforme.	
		Bractée longue.
	BORNMÜLLERIANA	
F. stérile...	Feuille assez courte.	
	Stomates sur la face supérieure.	
		Apex échancré.
	Disposition en brosse.	
	Section assez épaisse.	
	Sous-épiderme continu.	
	Canaux centraux.	

F. fertile... Stomates sur la face supérieure.
Apex pointu.
Canaux centraux.
Ramule.... Plus ou moins pubescent.
Cône..... Assez grand.
Ecaille cunéiforme.
Bractée longue.

NORDMANNIANA

F. stérile... ..... Longueur moyenne.
Stomates sur la face supérieure.
Apex échancré large.
Disposition en brosse.
Section assez épaisse.
Sous - épiderme presque continu.
Canaux marginaux.
F. fertile... Stomates.
Apex échancré.
Sous-épiderme continu.
Quelquefois canaux centraux. Canaux marginaux.
F. flèche... Pas de stomates.
Apex pointu.
Ramule.... Plus ou moins pubescent.
Cône..... Assez grand.
Ecaille cunéiforme.
Bractée longue.

(?) *A. CEPHALONICA* × *A. BORMÜLLERIANA EQUI-TROJANI* (1)

F. stérile... Longueur moyenne (C).
Quelques stomates sur la face supérieure.
Apex entier (C).
Disposition subdistique.
Section peu épaisse.
Sous-épiderme très abondant (C).
Canaux marginaux (C).

(1) La lettre entre parenthèses est l'initiale de celui des deux ancêtres qui a pu transmettre le caractère correspondant.

F. fertile...	Quelques stomates. Apex entier. Sous-épiderme abondant (C). Canaux centraux (B).	
Ramule.....		Glabre (C).
Cône.....	Assez grand.	
		Ecaille largement cunéiforme légèrement ailée. Bractée longue.

Sous-phylum 2.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	PECTINATA	
F. stérile...	Longueur moyenne.	
	Quelques stomates exceptionellement.	Généralement pas de stomates sur la face supérieure.
	Apex corné bifide.	Apex échancré.
		Disposition pectinée ou subdistique.
		Section aplatie.
	Sous-épiderme abondant.	
		Canaux marginaux.
F. fertile...	Stomates très nombreux sur la face supérieure.	
	Apex entier obtus ou pointu.	Rarement échancré.
	Disposition en brosse.	
	Canaux centraux.	
F. flèche...	Quelques rares stomates.	
	Apex pointu.	
	Section épaisse.	
	Canaux centraux.	
Ramule.....	Pubescent.	
Cône.....	Grand.	
	Ecaille cunéiforme légèrement ailée.	
		Bractée longue.

NEBRODENSIS

F. stérile... Longueur moyenne.
Pas de stomates.
Apex large, échancré et à lobes arrondis.
Disposition un peu distique.
Canaux marginaux.

F. fertile... Quelques stomates.
Apex entier pointu.
Sous-épiderme continu.
Canaux marginaux.

F. flèche... ..... Pas de stomates.
Apex pointu.
Sous-épiderme continu.
Canaux marginaux.

Ramule.... Pubescent.

Cône..... ..... Taille moyenne.
Ecaille cunéiforme.
Bractée longue.

(?) *CEPHALONICA* × *PECTINATA*
BORISII-REGIS (1).

F. stérile... Longueur moyenne.
Quelques stomates sur la face supérieure.
Apex entier (C).
Disposition subdistique (P).
Section assez épaisse (C).
Sous-épiderme discontinu (P).
Canaux centraux.

F. fertile... Quelques stomates.
Apex pointu.
Sous-épiderme continu.
Canaux centraux (P).

Ramule.... Pubescent (P).

Cône..... Assez grand.
Ecaille cunéiforme.
Bractée longue.

PHYLUM L

Ce phylum renferme quatre espèces qui ont probablement un ancêtre commun. Mais elles réalisent actuellement trois types très distincts, qui ont plus d'analogies deux à deux que pris ensemble.

(1) Cf. p. 74.

On peut considérer 3 sous-phylums aboutissant l'un à *A. cilicica*, l'autre à *A. numidica*, le troisième à *A. Pinsapo* et *A. marocana*.

Le phylum L peut être caractérisé par les cônes à bractées incluses.

Sous-phylum 1.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	CILICICA	
F. stérile...	.....	Feuille longue.
	Stomates sur la face supérieure.	
	Apex souvent entier et ogival.	Apex quelquefois légèrement échancré.
	Disposition en brosse.	
	Section épaisse.	
	Sous-épiderme très abondant.	
		Canaux marginaux.
	Faisceaux séparés.	
F. fertile...	Stomates sur la face supérieure.	
	Apex aigu.	
	Sous-épiderme continu.	
		Canaux marginaux.
Ramule....	Plus ou moins pubescent.	
Cône.....	Très grand.	
	Ecaille cunéiforme.	
	Bractée courte.	

Sous-phylum 2.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	NUMIDICA	
F. stérile...	.....	Feuille assez longue.
	Stomates sur la face supérieure.	
		Apex échancré.
	Disposition en brosse au soleil.	Disposition distique à l'ombre.
		Section assez plate.
	Sous-épiderme continu.	
		Canaux marginaux.

F. stérile...	Quelques stomates tout le long de la face supérieure.	
		Apex large.
	Sous-épiderme abondant.	
		Canaux marginaux.
F. fertile...	Quelques stomates.	
	Apex pointu.	
	Sous-épiderme continu.	
		Canaux marginaux.
Ramule. . . .	. . . . .	Glabre.
Cône.	Grand.	
	Ecaille cunéiforme.	
	Bractée courte.	

Sous-phylum 3.

Il réunit deux espèces qui se différencient de toutes les autres espèces du genre par la forme si spéciale de leurs feuilles en écouvillon. Ce caractère, qui s'accompagne de dispositions anatomiques particulières, et les caractères du cône (grande taille, écaille cunéiforme, bractée courte), permettent de considérer ces deux espèces comme très primitives.

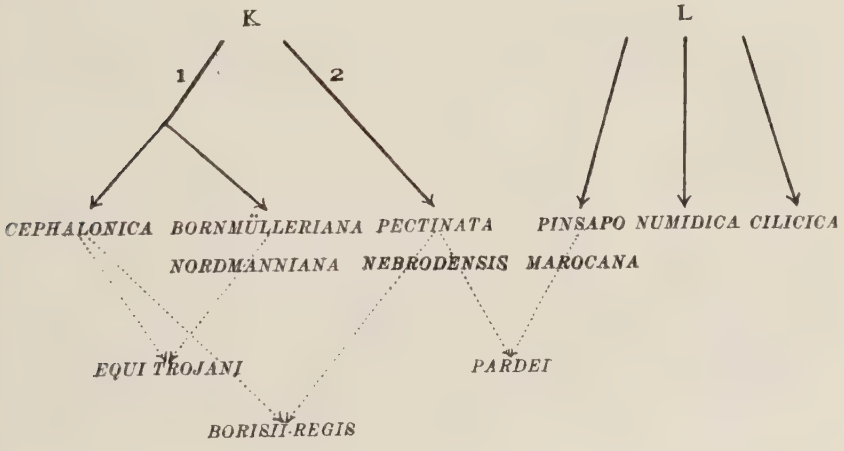
	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	PINSAPO	
F. stérile...	Feuille très courte.	
	Stomates très nombreux sur la face supérieure.	
	Apex entier pointu.	
	Disposition en écouvillon.	
	Section épaisse.	
	Sous-épiderme sur plusieurs assises.	
	Canaux centraux.	
	Faisceaux libéro-ligneux très séparés.	
F. fertile...	Très nombreux stomates.	
	Apex très aigu.	
	Section épaisse.	
	Canaux centraux.	
Ramule. . . .	. . . . .	Glabre.

Cône.....	Assez grand. Ecaille cunéiforme. Bractée courte n'atteignant pas le milieu de l'écaille.	

MAROCANA

F. stérile...	Feuille très courte. Stomates sur une ou deux rangées. Apex très aigu. Disposition en écouvillon au soleil.	Disposition subdistique à l'ombre. Section assez plate. Sous-épiderme sur une seule assise. Canaux marginaux.
F. fertile...	Très nombreux stomates. Section épaisse.	Canaux marginaux.
F. flêche...	Apex très aigu.	
Ramule.....		Glabre.
Cône.....	Grand. Ecaille cunéiforme. Bractée courte.	Largement ailée. Atteignant le milieu de l'écaille.

La classification des Abies circumméditerranéens peut être résumée par le tableau suivant :



RÉSUMÉ
DE LA CLASSIFICATION NATURELLE DES *ABIES*

ESPÈCES AMERICAINES

GROUPE I

Côte Pacifique américaine et Rocheuses.

Feuille pourvue de nombreux stomates sur la face supérieure. Canaux marginaux.

Phylum A. — Cône grand et gros, écaille triangulaire.

Phylum B. — Cône assez grand, écaille largement cunéiforme ailée.

GROUPE II

Californie et Mexique.

Feuille dépourvue de stomates sur la face supérieure.

GROUPE III

Canada, Est et Ouest des Etats-Unis.

Feuille pourvue de stomates sur la face supérieure.
Canaux centraux.

Phylum C. — *Sous-phylums* 1, 2 et 3.

ESPÈCES AMERICANO ASIATIQUES

GROUPE IV

Alaska, Sibérie orientale, Mandchourie et dépendances, Japon.

Feuille de rameau stérile à apex échancré. Grande réduction du sous-épiderme. Canaux sécréteurs centraux, de grand diamètre dans les formes primitives.

Phylum D. — Feuilles assez longues.

Sous-phylum 1 : Grands canaux foliaires. Cône à bractée courte, incluse.

Sous-phylum 2 : Grands canaux foliaires. Cône à bractées très saillantes, réfléchies.

Sous-phylum 3 : Canaux de diamètre réduit. Cône à bractées saillantes, non réfléchies.

Sous-phylum 4 : Grands canaux foliaires. Cône à bractées saillantes, non réfléchies.

Phylum E. — Feuille courte.

ESPÈCES SINO-JAPONAISES

GROUPE V

Mandchourie, Japon, Formose.

Feuille de rameau stérile à sous-épiderme abondant. Canaux centraux de diamètre moyen ou faible. Cône grand.

Phylum F. — *Sous-phylum 1 :* Sous-épiderme continu, ramule glabre, cône cylindrique, bractée incluse.

Sous-phylum 2 : Sous-épiderme discontinu, ramule pubescent, cône ovoïde, bractées saillantes.

ESPÈCES DE LA CHINE CENTRALE ET OCCIDENTALE

GROUPE VI

Feuilles de rameau stérile à peu près dépourvues de stomates sur la face supérieure. Sous-épiderme très abondant. Petits canaux centraux dans les formes primitives. Cônes moyens, globuleux, de couleur sombre.

Phylum G. — Feuille à canaux marginaux, à bords recurvés, à faisceaux libéro-ligneux distincts. Feuille de rameau fertile pourvue de stomates. Cône ovoïde cylindrique. Bractée courte.

Sous-phylum 1 : Feuilles assez longues, subdistiques. Ramule glabre.

Sous-phylum 2 : Feuilles courtes, en brosse. Ramule pubescent.

Phylum H. — Feuille à canaux centraux, bords latéraux arrondis. Cône ovoïde. Bractée un peu saillante.

Phylum I. — Feuille à bords latéraux très aigus. Bractée saillante.
Sous-phylum 1 : Ramule glabre, bractée à pointe terminale courte.
Sous-phylum 2 : Ramule pubescent, bractée à pointe terminale longue.

ESPÈCES HIMALAYENNES

GROUPE VII

Feuille à canaux marginaux. Cône grand, ovoïde-cylindrique, de couleur sombre. Ecailles cunéiformes, bractées courtes.

Phylum J. — *Sous-phylum 1 :* Feuilles courtes.

Sous-phylum 2 : Feuilles longues.

ESPÈCES CIRCUMMÉDITERRANÉENNES

GROUPE VIII

Grands cônes de couleur claire, à écailles cunéiformes.

Phylum K. — Feuille linéaire à section aplatie. Cône à bractées saillantes.

Sous-phylum 1 : Feuille à base fortement tordue.

Sous-phylum 2 : Feuille à base non tordue.

Phylum L. — Cône à bractées incluses.

CHAPITRE IV

LES PHYLUMS DU GENRE *KETELEERIA*

Les neuf espèces qui m'ont paru devoir être distinguées dans le genre *Keteleeria* peuvent être divisées en deux groupes.

Le **groupe I** est formé de deux phylums :

Le phylum *A* réunit *K. Evelyniana* Masters et *K. Chien Peii* Flous.

Le phylum *B* renferme : *K. Esquirolii* Leveillé et *K. Davidiana* (Bertr.) Beissner.

Ces deux phylums peuvent être rattachés à un même ancêtre.

Le **groupe II**, oriental et méridional est lui aussi constitué par deux phylums :

Le phylum *C* réunit : *K. Dopiana* Flous et *K. Roulletii* (Chevalier) Flous.

Le phylum *D* comprend : *K. cyclolepis* Flous, *K. Formosana* Hayata et *K. Fortunei* Carrière.

Ces deux phylums paraissent avoir un ancêtre commun.

Dans cette classification naturelle des *Keteleeria* le sens d'évolution admis pour les caractères est le même que pour les autres genres. Quand on passe des types primitifs aux types évolués, la longueur de la feuille croît, les stomates diminuent sur la face supérieure, l'apex devient largement obtus, la disposition des feuilles devient pectinée, leur section s'aplatit, le sous-épiderme diminue, les faisceaux libero-ligneux se fusionnent, le bourgeon diminue de taille, la pubescence du ramule disparaît, le cône se raccourcit, ses écailles s'arrondissent, les bractées deviennent plus

saillantes sur les écailles inférieures. Il n'y a donc pas de caractères évolutifs particuliers au genre *Keteleeria*.

GROUPE I

Ce groupe est défini par les caractères suivants :

Feuille mucronée dans les types primitifs.
Stomates plus ou moins nombreux sur la face supérieure.
Sous-épiderme très abondant.
Faisceaux libéro-ligneux fusionnés.
Ramule pubescent.

PHYLUM A

Il se distingue par les dispositions suivantes :

Feuille mucronée.
Sous-épiderme continu en dehors des stomates.

Dans ce phylum, *K. Evelyniana* est très primitif par ses nombreux stomates sur la face supérieure de la feuille, par la grande taille de son cône. *K. Esquirolii* est plus primitif par la longueur réduite de sa feuille. Il est plus évolué par les caractères des stomates et du cône.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	EVELYNIANA	
F. stérile...	.....	Longue.
	Stomates nombreux sur la face supérieure.	
	Apex mucroné.	
	Disposition très rabattue.	
	Section épaisse.	
	Sous-épiderme abondant triplé par places.	
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	Très grand.	
	Bractées peu saillantes vers la base du cône.	

CHIEN-PEII

F. stérile...	Courte.	
		Stomates peu nombreux sur la face supérieure.
	Apex mucroné.	
		Section aplatie.
	Sous-épiderme très abondant.	
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	.....	Moyen.
	Bractées peu saillantes vers la base du cône.	

PHYLUM B

Il est caractérisé par les dispositions suivantes :

Feuilles à apex arrondi.
Stomates peu nombreux sur la face supérieure.
Sous-épiderme discontinu en dehors des stomates.

Dans ce phylum, *K. Esquirolii* est plus primitif que *K. Davidiana* par sa feuille plus courte, plus étroite à l'apex. Les stomates sont plus nombreux sur la face supérieure. La section foliaire est plus épaisse. La bractée du cône parait aussi d'un type plus primitif par sa terminaison unilobée.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS

ESQUIROLLII

F. stérile...	Courte.	
		Stomates peu nombreux sur la face supérieure.
		Apex obtus.
	Apex étroit.	
	Section assez épaisse.	Sous-épiderme discontinu en l'absence des stomates.
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	Grand.	
	Bractée terminée par un seul lobe.	

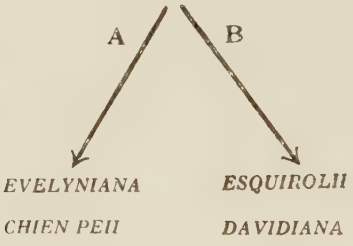
DAVIDIANA

F. stérile... ..... Moyenne.
Stomates peu nombreux sur la face supérieure.
Apex subémarginé.
Disposition pectinée.
Section aplatie.
Sous-épiderme discontinu en l'absence des stomates.

Ramule.... Pubescent.
Cône..... Grand.

Bractée terminée par trois lobes.
Bractées longues très saillantes vers la base du cône.

La parenté entre les espèces du groupe I peut être résumée par le tableau suivant :



GROUPE II

Ce groupe est défini par les caractères suivants :

Feuille non mucronée.
Stomates plus ou moins nombreux sur la face supérieure.
Sous-épiderme très discontinu.
Faisceaux libéro-ligneux fusionnés ou distincts.
Ramule pubescent ou glabre.

PHYLUM C

Ce phylum C se distingue ainsi du suivant :

Feuilles longues, dirigées vers l'avant du rameau.
Ecailles du cône plus hautes que larges.

Les deux espèces qui constituent ce phylum ne peuvent être

mises en série. Chacune est plus primitive par certains caractères, plus évoluée par d'autres. On peut seulement les rattacher à un même ancêtre.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	DOPIANA	
F. stérile...	.....	Longueur moyenne.
	Stomates assez nombreux sur la face supérieure.	
		Apex arrondi.
		Disposition subdistique.
	Section un peu épaisse.	
	Sous-épiderme abondant.	
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	Grand.	
	ROULLETII	
F. stérile...	.....	Longue.
	Apex obtus.	
	Stomates assez nombreux.	
		Disposition subpectinée.
		Section plate.
		Sous-épiderme très discontinu.
	Faisceaux libéro-ligneux très distincts.	
Ramule. . . .	.....	Glabre.
Cône.	.....	Court.
	Bractée courte.	

PHYLUM D

Les caractères particuliers à ce phylum sont :

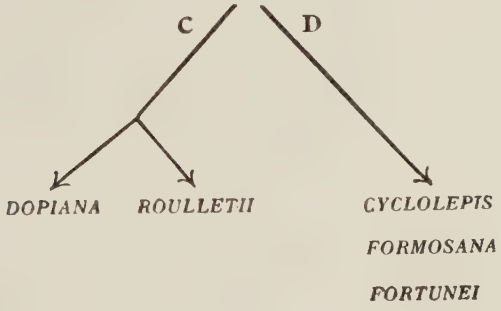
Feuilles courtes.
Section très aplatie, à sous-épiderme très discontinu.
Faisceaux libéro-ligneux fusionnés.
Ecaille du cône aussi haute que large.
Graine à aile courte, large.

Dans ce phylum, *K. cyclolepis* possède le plus de caractères

primitifs, *K. Fortunei* le plus de caractères évolués. Les trois espèces se mettent en série d'une façon assez satisfaisante.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	CYCLOLEPIS	
F. stérile...	Courte.	
	Stomates nombreux sur toute la longueur de la face supérieure.	
		Apex obtus.
		Section plate.
	Sous-épiderme abondant.	
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	Grand.	
	FORMOSANA	
F. stérile...	Courte.	
		Apex sub émarginé.
	Quelques stomates tout le le long de la face supérieure.	Stomates en nombre réduit sur la face supérieure.
		Disposition pectinée.
		Section plate.
		Sous-épiderme très discontinu.
		Faisceaux libéro-ligneux fusionnés.
Ramule. . . .	Légèrement pubescent.	
Cône.	. . . . .	Court.
	Bractée courte.	
	FORTUNEI	
F. stérile...	Courte.	
		Apex subémarginé.
		Stomates absents sur la face supérieure.
		Disposition pectinée.
		Section très plate.
		Sous-épiderme très discontinu.
		Faisceaux libéro-ligneux très fusionnés.
Ramule. . . .	. . . . .	Glabre.
Cône.	. . . . .	Court.
	Bractée non saillante.	

La parenté entre les espèces du groupe II peut être résumée par le tableau suivant :



RÉSUMÉ DE LA CLASSIFICATION NATURELLE DES *KETELEERIA*

ESPÈCES DE LA CHINE CENTRALE ET OCCIDENTALE

GROUPE I

Phylum A. — Feuille mucronée. Sous-épiderme continu.

Phylum B. — Feuille à apex arrondi. Sous-épiderme discontinu.

GROUPE II

Phylum C. — Feuilles longues dirigées vers l'avant. Ecaille du cône plus haute que large.

Phylum D. — Feuilles courtes. Ecaille du cône aussi haute que large.

CHAPITRE V

LES PHYLUMS DU GENRE *PICEA*

Les quarante-quatre espèces du genre *Picea* peuvent être classées en groupes correspondant aux régions géographiques comme cela est possible chez les *Abies*. Mais ici la parenté est assez nette entre des espèces à aires actuelles très éloignées. Il n'y a une analogie entre les classifications des deux genres que pour la région de transition entre l'Amérique et l'Asie ou région américano-japonaise.

Il m'a paru possible de distinguer quatre grands groupes d'Epiceas.

Le groupe I, euro-asiatique est lui même composé de quatre phylums.

Le groupe II réunit uniquement des espèces de la Chine centrale et occidentale (Chen-si, Hou-pé, Sé-tchouen, Yunnan). Il est formé de deux phylums.

Le groupe III est péripacifique (Hondo, Yeso, Kamtchatka, Alaska à la Californie) ou americano-asiatique.

Enfin le **groupe IV** se superpose en partie au précédent et le dépasse d'une part vers Formose, d'autre part vers la côte atlantique du Canada et des Etats-Unis.

Chacun des groupes considérés est défini par plusieurs caractères. Il se distingue nettement des trois autres. De même, dans l'intérieur de chaque groupe, les phylums sont nettement séparés. Le terme de phylum est employé ici aussi dans un sens très large avec l'idée de parenté commune et pas nécessairement de filiation. Cette filiation peut être admise quelquefois dans les sous-phylums lorsqu'on passe d'une espèce présentant des caractères surtout primitifs à une espèce dont les caractères sont évolués.

J'ai déjà indiqué plus haut le sens d'évolution admis pour les différents caractères. Je rappelle simplement ici les hypothèses relatives au genre *Picea*. L'évolution se traduit par le raccourcissement des feuilles, l'individualisation du mucron terminal, la disparition des feuilles sur la face inférieure du ramule, la disparition des stomates sur la face inférieure, l'aplatissement de la section, la réduction du diamètre des canaux résinifères, leur raccourcissement qui les fait disparaître des niveaux moyens de la feuille (ces hypothèses sont tirées de la comparaison des feuilles stériles et fertiles). A ces caractères évolutifs de la feuille s'ajoutent pour le ramule la diminution de la pubescence, pour le bourgeon la diminution de la taille, la réduction des arêtes des écailles; pour le cône, la diminution de la taille, l'allongement des bractées et leur rétrécissement terminal.

Les autres caractères, forme du bourgeon, contour ou texture des écailles, structure de la nervure de la feuille, etc... sont des caractères de groupe ou de phylum qui ne m'ont pas paru être évolutifs dans le genre *Picea*.

GROUPE I

Ce groupe réunit un grand nombre d'espèces européennes et asiatiques.

Il est difficile de le caractériser car il est très complexe. Cependant on peut dire qu'il comprend toutes les espèces à grands cônes dont les écailles sont toujours rigides. Les feuilles sont généralement épaisses, les canaux sécréteurs toujours de diamètre faible.

Ce groupe peut être considéré comme réunissant plusieurs sous-groupes ou phylums à caractères communs plus nombreux.

J'ai distingué quatre phylums, A, B, C et D, plus ou moins complexes.

Le **phylum A** comprend :

P. excelsa (Lamarck) Link, *P. Morinda* Link.

Le **phylum B** comprend :

P. orientalis (Linné) Link, *P. obovata* (Loudon) Ledebour, P. Schrenkiana Fischer et Meyer et *P. omorica* (Pancie) Purkyne.

Le **phylum C** comprend seulement *P. Neoveitchii* Masters.

Le **phylum D** est constitué par trois sous-phylums :

Sous-phylum 1 : P. ponderosa Rehder et Wilson, *P. retroflexa* Masters, *P. notabilis* Rehder et Wilson, *P. Watsoniana* Masters.

Sous-phylum 2 : P. aurantiaca Masters, *P. asperata* Masters, *P. montigena* Masters, *P. heterolepis* Rehder et Wilson.

Sous-phylum 3 : P. gemmata Rehder et Wilson, *P. Meyeri* Rehder et Wilson.

Les phylums A et B se distinguent essentiellement par la dimension des feuilles, la forme de la section et particulièrement des faces supérieures, la forme du bourgeon (ovoïde dans A, conique dans B) et surtout la dimension du cône.

Le phylum C renferme une seule espèce actuelle, P. *Neoveitchii,* qui ne peut être rapprochée d'aucune autre par tous ses caractères. La grande dimension du cône rapproche *P. Neoveitchii* de A ou de D. La forme du bourgeon le place encore près de A, mais la taille réduite de ce bourgeon, la forme de section de la feuille sont des caractères voisins de ceux de B. Si on considère la forme pentagonale de l'écaille, c'est dans *P. ponderosa* que l'on trouve le plus d'analogie. Il m'a semblé que *P. Neoveitchii* pouvait être placé d'une façon assez satisfaisante dans le phylum C.

Le phylum D est essentiellement caractérisé par ses bourgeons coniques, ce qui le distingue de A, avec lequel le sous-phylum 1 est, par ailleurs, si voisin (section de la feuille à bords supérieurs convexes, faisceaux libéro-ligneux non séparés, forme de la bractée).

Etudions successivement les quatre phylums :

PHYLUM A

Les caractères généraux du phylum sont les suivants :

Feuille longue, comprimée latéralement, à faces supérieures convexes. Stomates sur les deux faces. Bourgeon ovoïde, obtus, gros, à écailles dépourvues d'arête médiane. Cône grand ou assez grand, marron très luisant. Ecailles rigides.

Les autres caractères sont variables, ne se trouvent pas à la fois dans les trois espèces.

Dans le phylum A, *P. excelsa* et *P. Morinda* sont à rapprocher

par la forme de la section de la feuille et la disposition des différents éléments : stomates, canaux sécréteurs, fibres dans le cylindre central. D'autres caractères les distinguent : disposition des feuilles, pubescence, forme de l'écaille. Il n'est pas possible de mettre ces deux espèces en série. Elles ont probablement un ancêtre commun.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	EXCELSA	
F. stérile...	Feuille courte. Apex obtus. Stomates en nombre à peu près égal sur les deux faces. Disposition en brosse. Section épaisse. Toujours deux canaux. Faisceaux distincts.	
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	Grande taille. Écaille plus haute que large. Bractée à bord presque entier.	
	MORINDA	
F. stérile...		Feuille longue. Apex longuement obtus.
	Stomates en nombre égal sur les deux faces. Disposition en écouvillon. Section épaisse. Toujours deux canaux.	
		Faisceaux presque soudés.
Ramule.		Glabre.
Cône.	Grande taille.	
		Ecaille aussi large que haute. Bractée à bord denticulé.

PHYLUM B

Il possède les caractères généraux suivants :

Feuilles à faces concaves; stomates pouvant manquer sur la face supérieure. Faisceaux libéro-ligneux de la feuille presque soudés.

Bourgeon conique ou ovoïde pointu, à écailles inférieures dépourvues d'une arête médiane.

Cône de petite taille, ovoïdo-cylindrique.

Ecaille triangulaire, arrondie, rigide, à bord externe plus ou moins crénelé.

Les caractères les plus primitif se trouvent dans *P. orientalis*, avec lequel les trois autres espèces se mettent séparément en série.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	ORIENTALIS	
F. stérile...	Feuille courte.	
	Apex très obtus.	
	Stomates sur les deux faces.	
	Disposition en écouvillon.	
	Section quadrangulaire.	Léger aplatissement.
	Deux canaux résinifères.	
		Faisceaux presque soudés.
Ramule. . . .	Très pubescent.	
Bourgeon. .	Conique.	
Cône.	. . . . .	Taille moyenne.
	OBOVATA	
F. stérile...	Feuille assez courte.	
		Apex longuement pointu.
	Stomates en nombre égal sur les deux faces.	
		Disposition en brosse aplatie.
	Section quadrangulaire.	
		Canaux résinifères souvent courts.
		Faisceaux presque soudés.

Ramule. . . . . Très légèrement pubescent.

Bourgeon. . . . . Ovoïde.

Cône. . . . . Taille réduite.
Bractée allongée.

ORIENTALIS
SCHRENKIANA

F. stérile. . . . . Longueur moyenne.
Apex aigu.

Stomates sur les deux faces. Nombre de stomates plus réduit sur la face inférieure.

Disposition en écouvillon.
Section quadrangulaire.

Canaux souvent courts.
Faisceaux presque soudés.

Ramule. . . . . Glabre.

Bourgeon. . . . . Ovoïde.

Cône. . . . . Taille moyenne.

ORIENTALIS
OMORICA

F. stérile. . . . . Longueur moyenne.
Apex mucroné.
Stomates absents sur la face inférieure.
Disposition en brosse aplatie.
Section aplatie.
Canaux résinifères très courts, absents dans la région moyenne.

Ramule. . . . Très pubescent.

Bourgeon. . Conique.

Cône. . . . . Taille moyenne.
Bractée étroite, relativement assez longue.

PHYLUM C

Ce phylum est très réduit puisqu'il est représenté par une seule espèce actuelle. Les caractères du phylum sont donc ceux de *P. Neoveitchii.*

Il ne sera retenu ici que les caractères essentiels.

Feuille à faces concaves.

Section de la feuille très particulière par la forte saillie de la face supérieure.

Stomates sur les deux faces.

Faisceaux libéro-ligneux distincts mais non séparés.

Bourgeon ovoïde , petit, à écailles dépourvues d'arête médiane.

Cône de grande taille.

Ecailles rigides, hexagonales, arrondies, à bord entier.

Bractée sans forme définie.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	NEOVEITCHII	
F. stérile...		Feuille assez longue. Apex longuement mucroné.
	Stomates en nombre à peu près égal sur les deux faces.	
	Disposition en écouvillon.	
		Section légèrement aplatie.
	Deux canaux résinifères longs.	
		Faisceaux accolés.
Ramule. . . .	Légèrement pubescent.	
Bourgeon.		Ovoïde, petit.
Cône.	Grande taille. Ecaille grande. Bractée de forme rectangulaire, très spéciale.	

PHYLUM D

Ce phylum, qui renferme un grand nombre d'espèces, possède par suite peu de caractères généraux.

Bourgeon conique à écailles inférieures souvent pourvues d'une arête médiane.

Cône à écailles plus ou moins rigides, généralement denticulées sur le bord externe.

Bractée lancéolée.

La section de la feuille est toujours épaisse, à peu près aussi haute que large. Les stomates existent sur les deux faces.

Il renferme trois sous-phylums qui ont probablement un ancêtre commun.

Sous-phylum 1.

Il est défini par les caractères suivants qui le distinguent des autres sous-phylums :

Feuille à apex longuement mucroné.
Section de la feuille à faces convexes.
Cylindre central de faible diamètre.
Faisceaux libéro-ligneux partiellement soudés.
Fibres infralibériennes.

Dans ce sous-phylum, *P. ponderosa, P. retroflexa, P. notabilis* et *P. Watsoniana* se mettent en série par tous leurs caractères.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	PONDEROSA	
F. stérile...	Feuille courte.	
		Apex longuement mucroné.
	Stomates en nombre égal sur les deux faces.	
	Disposition en écouvillon.	
	Section quadrangulaire épaisse.	
	Deux canaux sécréteurs longs.	
	Faisceaux distincts.	Non séparés.

Ramule. . .	.....	Très légère pubescence.
Bourgeon. .	Conique, gros.	
Cône.	Grande taille.	
	Ecaille étroite.	

RETROFLEXA

F. stérile...	.....	Feuille assez longue.
		Apex longuement mucroné.
	Stomates en nombre à peu près égal sur les deux faces.	
		Disposition en brosse.
	Section épaisse dans la feuille de un an.	Section aplatie dans la feuille de deux ans.
		Canaux souvent courts.
	Faisceaux distincts.	
Ramule. . .	.....	Très légèrement pubescent.
Bourgeon. .	Conique.	
Cône.	.....	Taille réduite.
		Ecaille arrondie.

NOTABILIS

F. stérile...	.....	Feuille assez longue.
		Apex mucroné.
	Stomates en nombre égal sur les deux faces.	
		Disposition en brosse lache.
	Section épaisse.	Plus aplatie dans la feuille de deux ans.
		Canaux souvent courts.
	Faisceaux distincts.	Non séparés.
Ramule. . .	.....	Glabre.
Bourgeon. .	Conique.	
Cône.	.....	Taille réduite.
		Bractée étroite, relativement longue.

WATSONIANA

F. stérile... ..... Assez longue.
Apex longuement mucroné.
Stomates plus nombreux sur la face supérieure que sur la face inférieure.
Disposition en brosse légèrement aplatie.
Section épaisse.
Canaux généralement très courts.
Faisceaux distincts. Non séparés.
Ramule. ..... Glabre.
Bourgeon. ..... Conique-ovoïde.
Cône. ..... Taille réduite.

Sous-phylum 2.

Ce sous-phylum se distingue du précédent par la section de la feuille à faces concaves.

La séparation complète des faisceaux libéro-ligneux est un caractère général. Mais ce caractère se retrouve dans le sous-phylum 3.

Le cône, de taille assez grande, est formé d'écailles non flexibles, à contour losangique.

La pubescence du ramule est toujours très faible.

Dans ce sous-phylum *P. aurantiaca* et *P. asperata* se mettent en série d'une façon satisfaisante. *P. montigena* et *P. heterolepis* peuvent être rattachés au même ancêtre que *P. aurantiaca* ou à cette espèce elle-même.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	AURANTIACA	
F. stérile...	Courte.	Apex longuement mucroné.
	Stomates en nombre à peu près égal sur les deux faces.	
	Disposition en écouvillon.	
	Section quadrangulaire épaisse.	
	Deux longs canaux sécréteurs.	
	Faisceaux bien séparés.	

Ramule. . . .	Légèrement pubescent.	
Bourgeon. .	Conique.	Obtus.
Cône.	Grande taille. Ecaille étroite.	

ASPERATA

F. stérile...		Longueur moyenne. Apex fortement mucroné.
	Stomates en nombre égal sur les deux faces.	
		Disposition en brosse.
	Section épaisse.	
		Canaux souvent courts. Faisceaux non séparés.
Ramule. . . .	Légèrement pubescent.	
Bourgeon. .	Conique.	Obtus.
Cône.		Taille moyenne. Bractée étroite.

AURANTIACA

MONTIGENA

F. stérile...		Longueur moyenne. Apex longuement mucroné. Stomates en nombre inégal sur les deux faces.
	Disposition en écouvillon. Section épaisse.	
		Canaux sécréteurs très courts.
	Faisceaux libéro-ligneux bien séparés.	
Ramule.		Très légèrement pubescent.
Bourgeon. .	Conique.	
Cône.		Taille moyenne. Ecailles légèrement arrondies. Bractée étroite.

AURANTIACA
HETEROLEPIS

F. stérile...		Feuille assez longue.
		Apex longuement mucroné.
	Stomates en nombre égal sur les deux faces.	
	Disposition en écouvillon.	Ou en brosse.
	Section épaisse.	
		Canaux résinifères très courts.
	Faisceaux séparés.	
Ramule. . .		Glabre.
Ramule. . .		Ovoïde.
Cône.	Taille assez grande.	
	Bractée large.	

Sous-phylum 3.

Il est très voisin du précédent et, notamment, de *P. aurantiaca.* On retrouve en particulier la même forme générale de la section de la feuille, le grand diamètre du cylindre central et la séparation complète des faisceaux, la forme ovoïde-conique du bourgeon, celle triangulaire-losangique de l'écaille. Les bractées sont aussi analogues.

Les différences essentielles sont fournies par la forte pubescence du ramule et la réduction des canaux résinifères de la feuille.

P. gemmata et *P. Meyeri* sont plus primitifs que *P. auriantiaca* par la pubescence du ramule. Ils sont plus évolués par la réduction des canaux dans la feuille.

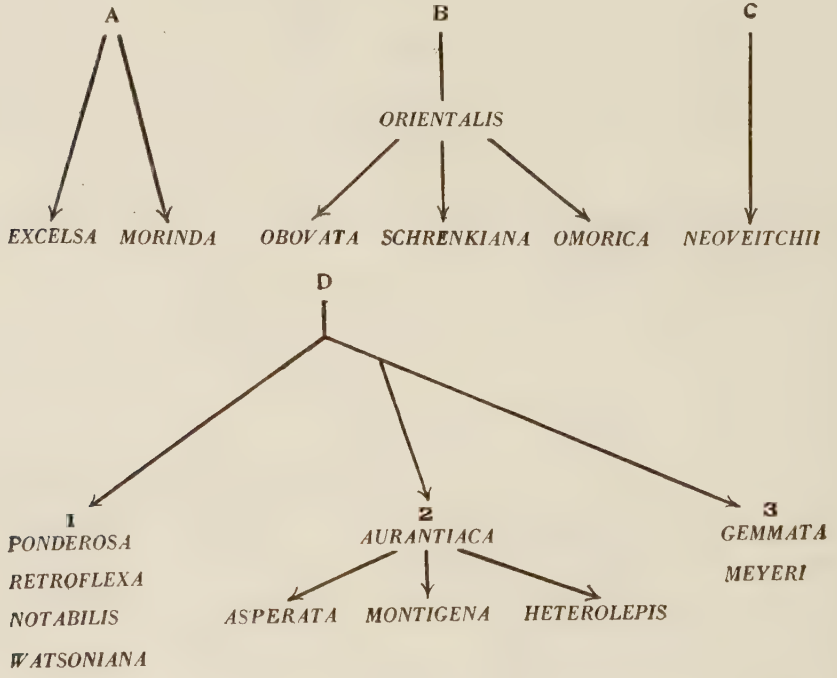
P. gemmata présente plus de caractères primitifs que *P. Meyeri.*

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	GEMMATA	
F. stérile...	Courte.	
		Apex longuement mucroné.
	Stomates nombreux sur la face inférieure.	Stomates en nombre inégal sur les deux faces.
	Disposition en écouvillon.	
	Section épaisse.	
		Canaux sécréteurs très courts.
	Faisceaux bien séparés.	
Ramule. . .	Très pubescent.	
Bourgeon. .	Gros, conique.	
Cône.	Grand.	

MEYERI

F. stérile...	.....	Longueur moyenne.
	Apex obtus.	
	Stomates nombreux sur la face inférieure.	Stomates en nombre inégal sur les deux faces. Disposition en brosse.
	Section épaisse.	
		Canaux sécréteurs très courts.
	Faisceaux bien séparés.	
Ramule. . . .	Pubescent.	
Bourgeon. .	Conique.	Petit.
Cône.	.....	Taille moyenne. Bractée relativement longue.

Cette classification naturelle des *Picea* du groupe eurasiatique peut être résumée par le tableau suivant :



Le GROUPE I correspond presque au sous-phylum *a* du **phylum A** de Lacassagne. Seul *P. yunnanensis* manque. De plus, le rapprochement des espèces n'est pas le même.

GROUPE II

Ce groupe réunit plusieurs espèces présentant la même localisation géographique, dans les provinces de Hou-Pé et de Se-Tchouen. Ces espèces possèdent en commun les caractères suivants :

Feuilles à apex brusquement mucroné.
Stomates en nombre inégal sur les deux faces, toujours beaucoup plus nombreux sur la face supérieure.
Cylindre central de la feuille présentant un diamètre réduit.
Faisceaux libéro-ligneux non distincts.
Bourgeon ovoïde, plus ou moins globuleux.

Ce groupe est formé de deux phylums :

Le **phylum E** comprend :

P. yunnanensis de Vilmorin, *P. spinulosa* (Griffith) Henry, *P. Balfouriana* Rehder et Wilson, *P. hirtella* Rehder et Wilson, *P. likiangensis* (Franchet) Pritzel, *P. purpurea* Masters.

Le **phylum F** comprend :

P. Sargentiana Rehder et Wilson, *P. ascendens* Patschke, *P. brachytyla* Pritzel, *P. complanata* Masters.

Ces deux phylums sont bien distincts par la section de la feuille et par la forme et la texture des écailles du cône. Mais ils peuvent être considérés comme dérivant d'un ancêtre commun. La tendance à l'aplatissement de la feuille et à la disparition des stomates sur la face inférieure, conditions qui sont réalisées au maximum dans le phylum F, se manifeste dans le phylum E (*P. purpurea*).

D'autre part, l'analogie des bourgeons accentue aussi la parenté des deux phylums.

PHYLUM E

Ce phylum présente les caractères généraux suivants :

Feuille mucronée.
Stomates peu nombreux sur la face inférieure.
Section épaisse présentant une carène sur la face supérieure.

Canaux sécréteurs souvent très courts, toujours placés sur une ligne tangente à l'endoderme.

Faisceaux libéro-ligneux plus ou moins complètement fusionnés.

Bourgeon ovoïde (ce caractère n'est pas spécial au phylum puisqu'il caractérise le groupe II).

Cône de taille moyenne, cylindrique ou ovoïde.

Ecailles plus ou moins flexibles, plissées longitudinalement, à bord externe denticulé.

Le phylum *E* comprend deux sous-phylums.

P. yunnanensis et *P. spinulosa* se mettent en série d'une façon assez satisfaisante et forment le **sous-phylum 1.**

Dans le **sous-phylum 2,** *P. Balfouriana* est le type le plus primitif. Il se met en série d'une part, avec *P. hirtella,* d'autre part, avec *P. likiangensis.* Quant à *P. purpurea,* il a des caractères qui permettent de le considérer comme dérivant du même ancêtre que *P. Balfouriana.* D'autres caractères le rapprochent du phylum *F* (aplatissement de la feuille, bractée arrondie). Il peut être rattaché à la fois aux deux phylums.

Sous-phylum 1.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	YUNNANENSIS	
F. stérile...	Longueur moyenne.	
		Apex mucroné.
		Stomates en nombre très réduit sur la face inférieure.
		Disposition en éventail.
	Section épaisse.	
		Canaux souvent courts.
Ramule. . ..	Légèrement pubescent.	
Cône.	.....	Taille moyenne.
	Bractée courte.	

SPINULOSA

F. stérile... ..... Feuille longue.
Apex mucroné.
Stomates absents sur la face inférieure.
Disposition en éventail.
Section aplatie.
Canaux courts.

Ramule. . . .. Glabre.

Cône. . . . . Taille moyenne.
Bractée courte.

Sous-phylum 2.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	BALFOURIANA	
F. stérile...	Courte.	
		Apex longuement mucroné.
	Stomates sur les deux faces.	
	Disposition en écouvillon.	
	Section épaisse dans la feuille de un an.	Section aplatie dans la feuille de deux ans.
		Canaux généralement très courts.
Ramule. . .	Très pubescent.	
Cône.	.....	Taille moyenne.
	Bractée très courte.	
	HIRTELLA	
F. stérile...	Courte.	
		Apex longuement mucroné.
	Stomates sur les deux faces.	
		Disposition en brosse.
	Section épaisse.	
		Canaux très courts.
Ramule. . .	Légèrement pubescent.	
Cône.	.....	Taille moyenne.
		Bractée longue.

BALFOURIANA
LIKIANGENSIS

F. stérile... ..... Longueur moyenne.
Apex longuement mucroné.
Stomates peu nombreux sur la face inférieure.
Disposition en brosse aplatie.

Section épaisse.
Canaux longs.

Ramule. . . .. Glabre.

Cône. . . . . Taille moyenne.

Bractée courte.

PURPUREA

F. stérile... Feuille courte.
Apex très longuement mucroné.
Stomates absents sur la face inférieure.
Disposition en éventail sur les faces latérales.
Section aplatie.

Canaux longs.

Ramule. . . . Pubescent.

Cône. . . . . Taille réduite.

Bractée très courte.

PHYLUM F

Le caractère essentiel de ce phylum est la forme de la section de la feuille. Elle est aplatie sur la face supérieure qui porte seule des stomates. Les deux canaux résinifères sont toujours présents dans la région moyenne et placés sur une ligne tangente à l'endoderme.

Les autres caractères du phylum sont les suivants :

Apex longuement mucroné.
Bourgeon ovoïde.
Ramule glabre.
Cône à écailles rigides pourvues de 1 ou 2 dents médianes.
Bractée arrondie au sommet.

Les quatre espèces présentent beaucoup d'analogies. Il ne me

paraît pas du tout certain qu'elles méritent d'être distinguées. Il s'agit peut être tout au plus, pour certaines, de simples variétés.

Une certaine incertitude règne sur la dimension du cône de *brachytyla* et *complanata*.

Si on considère les caractères foliaires, on constate que les 4 espèces se mettent en série de la façon suivante : *P. brachytyla*, *P. complanata*, *P. Sargentiana* et *P. ascendens*.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	BRACHYTYLA	
F. stérile...	Très courte.	
		Apex mucroné.
		Stomates absents sur la face inférieure.
	Disposition en écouvillon.	
	Canaux résinifères longs.	
Ramule.....		Glabre.
Cône.....	Grande taille pour certains auteurs.	Taille réduite dans certains cas.
	Bractée très petite.	
	COMPLANATA	
F. stérile...	Courte.	
		Apex mucroné.
		Stomates nombreux sur la face supérieure, absents sur la face inférieure.
		Disposition en éventail.
		Section aplatie.
	Canaux résinifères longs.	
Ramule.....		Glabre.
Cône.....	Grande taille pour certains auteurs.	Taille réduite dans certains cas.
	SARGENTIANA	
F. stérile...	Courte.	
		Apex mucroné.
		Stomates sur la face supérieure seulement.
		Disposition en éventail.
		Section aplatie.
	Canaux résinifères longs.	
Ramule.....		Glabre.
Cône.....	Taille moyenne.	

ASCENDENS

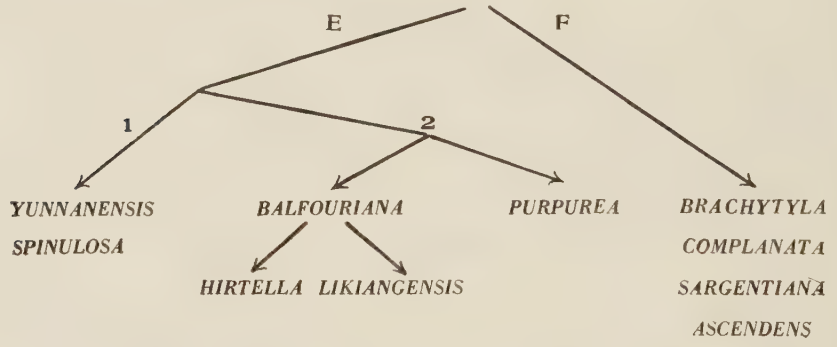
F. stérile... ..... Assez longue.
Apex longuement mucroné.
Stomates absents sur la face inférieure.
Disposition en éventail.
Section aplatie.

Canaux résinifères longs.

Ramule... ..... Glabre.

Cône..... Taille moyenne.

La classification naturelle des espèces de la Chine centrale et occidentale peut être résumée par le tableau suivant :



Le GROUPE II correspond presque au premier sous-phylum du **phylum D** de Lacassagne. *P. yunnanensis* y est ajouté.

Le rapprochement des espèces est très différent dans les deux classifications.

GROUPE III

Ce groupe a un intérêt tout particulier, car il renferme des espèces asiatiques et d'autres américaines. Il est donc analogue au groupe américano-asiatique considéré dans le genre *Abies*.

Toutes les espèces réunies ici ont comme caractère commun essentiel la faible consistance des écailles du cône et leur plissement longitudinal. Les bractées sont denticulées au sommet.

En outre, le bourgeon est du type cônique.

Si on considère la section de la feuille, le groupe apparaît formé de deux phylums : l'un américain G, l'autre asiatique H.

Le **phylum G** comprend :

P. Engelmanni (Parry) Engelmann, *P. pungens* Engelmann, *P. sitchensis* (Bongard) Carrière.

Le **phylum H** comprend :

P. Kamtchatkensis Lacassagne, *P. hondoensis* Mayr, *P. jesoensis* (Siebold et Zuccarini) Carrière.

PHYLUM G

Les caractères généraux sont les suivants :

Feuille à apex corné, insensiblement rétréci.
Stomates sur les deux faces.
Section épaisse.
Canaux résinifères très courts, absents dans la région moyenne de la feuille.
Faisceaux libéro-ligneux non fusionnés.
Bourgeon conique ovoïde.
Cône à écailles étroites très flexibles.

Dans ce phylum, *P. Engelmanni* et *P. pungens* ne peuvent être mis en série, car ils ont à peu près le même degré d'évolution.
Ils dérivent d'un ancêtre commun.
P. sitchensis se met en série avec *P. Engelmanni.*

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	ENGELMANNI	
F. stérile...	Longueur moyenne. Apex obtus. Stomates en nombre égal sur les deux faces. Disposition en écouvillon. Section aussi large que haute.	
		Canaux très courts.
Ramule....	Très pubescent.	
Bourgeon. .	Gros.	
Cône.....	.....	Taille moyenne.

SITCHENSIS

F. stérile...	.....	Assez longue. Apex longuement pointu. Stomates peu nombreux sur la face inférieure. Disposition subdistique. Section aplatie sur la face supérieure. Canaux très courts.
Ramule. . ..	.....	Glabre.
Bourgeon. .	Gros.	
Cône.	.....	Taille moyenne. Bractée longue.

PUNGENS

F. stérile...	Longueur moyenne.	
		Apex longuement pointu.
	Stomates en nombre égal sur les deux faces.	
		Disposition presque en brosse.
	Section épaisse. Canaux très courts.	
Ramule. . ..	.....	Glabre.
Bourgeon. .	Gros.	
Cône.	Assez grand. Bractée très courte.	

PHYLUM H

Les caractères généraux sont les suivants :

Feuille brusquement mucronée.
Stomates absents sur la face inférieure.
Disposition en éventail.
Section aplatie.
Canaux sécréteurs longs et de grand diamètre.
Faisceaux conducteurs fusionnés.
Cône de petite taille.
Ecailles losangiques tronquées, minces et plissées longitudi-

nalement (les auteurs ne sont pas d'accord pour la fixibilité des écailles).

Bractée rectangulaire à la base, à pointe terminale médiane bien distincte.

P. kamtchatkensis est le type le plus primitif.

P. jesoensis se met en série par tous ses caractères.

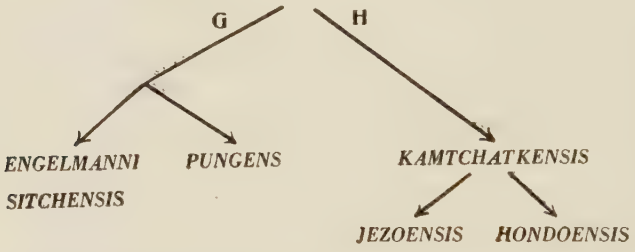
P. hondoensis est plus séparé par ses feuilles courtes et son bourgeon pourvu d'arêtes médianes. Il se rattache par là au phylum J.

CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
KAMTCHATKENSIS	
F. stérile	Longueur moyenne. Apex brusquement mucroné. Stomates absents sur les faces inférieures. Disposition en éventail. Section aplatie.
Canaux de grand diamètre.	
Ramule. . . Pubescent.	
Bourgeon. . Gros.	
Cône	Taille réduite. Bractée grande.
JESOENSIS	
F. stérile	Longueur moyenne. Apex brusquement mucroné. Stomates absents sur les faces inférieures. Disposition en éventail. Section très aplatie.
Canaux de diamètre assez grand.	
Ramule.	Glabre.
Bourgeon. . Gros.	
Cône	Taille réduite. Bractée grande.

KAMTCHATKENSIS
HONDOENSIS

F. stérile...	Très courte.	
		Apex brusquement mucroné.
		Stomates absents sur les faces inférieures.
		Disposition en éventail.
		Section aplatie.
	Canaux de diamètre assez grand.	
Ramule.		Glabre.
Bourgeon.		Petit.
Cône.		Taille réduite.
		Bractée grande.

La classification naturelle des espèces du groupe américano-asiatique, peut être résumée par le tableau suivant :



Si on compare cette classification à celle de Lacassagne, on voit que ce GROUPE III réunit d'une part le rameau **A** b2, d'autre part, le sous-phylum **D** 2. Cette différence provient de ce que je n'ai pas cru devoir séparer les deux sections : *Eupicea* et *Omorica*.

GROUPE IV

Comme le précédent, ce groupe est américano-asiatique.

Il se distingue par les caractères essentiels suivants :

Bourgeon à écailles pourvues d'une arête médiane plus ou moins longue.

Cône à écailles rigides, triangulaires arrondies.

Bractée généralement non lancéolée, arrondie et denticulée au sommet.

Les autres caractères généraux sont :

Feuille de longueur moyenne, mucronée.

Stomates sur les deux faces.

Section épaisse.

Canaux résinifères longs, souvent de grand diamètre, généralement placés sur la tangente inférieure à l'endoderme.

Ce groupe est formé de trois phylums ayant un ancêtre commun.

Phylum I : *P. polita* (Siebold et Zuccarini) Carrière, *P. morrisonicola* Hayata, *P. Alcockiana* (Veitch et Lindley) Carrière.

Phylum J : *P. koyamaï* Shirasawa, *P. Maximowiczii* Regel, *P. Glehnii* (Fr. Schmidt) Masters, *P. albertiana* Fitschen.

Phylum K : *P. nigra* (Aitone) Link, *P. rubra* (Lambert) Link. *P. canadensis* paraît intermédiaire entre les deux derniers phylums.

PHYLUM I

Il se distingue essentiellement des autres phylums du groupe par les caractères suivants :

Bourgeon de grande taille dans les formes les plus primitives.

Ecailles inférieures seulement pourvues d'une courte arête.

Ramule glabre.

Face inférieure du ramule dépourvue de feuilles.

Canaux résinifères de la feuille de diamètre moyen ou réduit.

Les trois espèces de ce phylum ne peuvent être mises en série. Mais elles paraissent dériver du même ancêtre. Elles ont à peu près autant de caractères primitifs et évolués.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	POLITA	
F. stérile...		Longueur moyenne.
		Apex longuement mucroné.
	Stomates sur les deux faces, nombreux.	
		Disposition en brosse.
	Section épaisse.	
	Canaux résinifères longs.	

Ramule. . .	.....	Glabre.
Bourgeon. .	Gros.	
Cône.	Assez grande taille. Bractée très courte.	

ALCOCKIANA

F. stérile. . .	.....	Longueur moyenne. Apex mucroné. Stomates peu nombreux sur la face inférieure. Disposition en éventail.
	Section épaisse. Canaux longs.	
Ramule. . .	.....	Glabre.
Bourgeon. .	Gros.	
Cône.	Taille assez grande. Bractée courte.	

MORRISONICOLA

F. stérile. . .	.....	Longueur moyenne. Apex longuement mucroné. Stomates peu nombreux sur la face inférieure. Disposition en éventail.
	Section épaisse. Canaux longs.	
Ramule. . .	.....	Glabre.
Bourgeon. .	.....	Petit.
Cône.	.....	Taille réduite.
	Bractée courte.	

PHYLUM J

Il se distingue du phylum précédent I par : la petite taille du bourgeon et la longueur des arêtes dans les formes primitives; la grande dimension des canaux résinifères de la feuille.

Dans le phylum J, les deux espèces les plus primitives: *P. koyamaï* et *P. Glehnii* sont très voisines. La plupart des caractères de *P. koyamaï* se mettent même en série avec ceux de *P. Glehnii*. Le caractère primitif de la feuille (grand nombre de stomates sur

les deux faces) empêche de faire dériver la première espèce de la deuxième. Elles ont un ancêtre commun probable.

P. Maximomiczii se met en série avec *P. koyamaï* par tous ses caractères.

P. albertiana se met en série avec *P. Glehnii.*

Quant à *P. canadensis*, il paraît intermédiaire entre les phylums J et K.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	KOYAMAI	
F. stérile...	Courte.	
	Apex courtement mucroné.	
	Stomates sur les deux faces.	
		Disposition en éventail.
	Section épaisse.	
	Grands canaux.	
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	.....	Taille moyenne.
	Bractée courte.	
	MAXIMOWICZII	
F. stérile...	Courte.	
		Apex longuement mucroné.
	Stomates sur les deux faces.	
		Disposition en éventail.
	Section épaisse.	
	Canaux de grand diamètre.	
Ramule.....	.....	Glabre.
Bourgeon.....	.....	Disparition des arêtes.
Cône.....	.....	Taille moyenne.
		Bractée relativement grande.
	GLEHNII	
F. stérile...	Courte.	
	Apex insensiblement mucroné.	
	Stomates sur les deux faces.	
		Disposition en éventail.
	Section épaisse.	
	Canaux de grand diamètre.	

Ramule. . . .	Très pubescent.	
Bourgeon. .	Arêtes dépassant le bourgeon.	
Cône.	. . . . .	Taille moyenne.
	Bractée courte.	

ALBERTIANA

F. stérile. . .	Assez courte.	
		Apex longuement mucroné.
	Stomates sur les deux faces.	
		Disposition en éventail.
	Section épaisse.	
	Canaux de grand diamètre.	
Ramule. . . .	. . . . .	Glabre.
Bourgeon. .	. . . . .	Arêtes courtes.
Cône.	. . . . .	Taille réduite.
		Bractée relativement longue.

(?) *ALBERTIANA* × *NIGRA* (1)
CANADENSIS

F. stérile. . .	Courte.	
		Apex mucroné.
	Stomates sur les deux faces.	
		Disposition en écouvillon (N).
	Section épaisse.	
		Canaux résinifères très courts.
Ramule. . . .	. . . . .	Glabre (A).
Bourgeon. .	. . . . .	Arêtes courtes (A).
Cône.	. . . . .	Taille réduite.
		Bractée relativement longue.

PHYLUM K

Ce dernier phylum doit être rattaché aux deux précédents et particulièrement à J.

Il s'en distingue par le diamètre plus réduit des canaux résinifères de la feuille.

(1) Cf. note, p. 74.

P. nigra est l'espèce la plus primitive.

P. rubra peut être considérée comme dérivée. Cette hypothèse trouve une confirmation dans la répartition géographique des deux espèces.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	NIGRA	
F. stérile...	Très courte.	
	Apex courtement mucroné.	
	Stomates sur les deux faces.	Peu nombreux sur la face inférieure.
	Disposition en écouvillon.	
	Section épaisse.	
	Canaux longs.	Canaux de diamètre moyen.
Ramule....	Très pubescent.	
Bourgeon. .	Arêtes des écailles longues.	
Cône.....	.....	Taille réduite.
	Bractée quadrangulaire.	
	RUBRA	
F. stérile...	.....	Longueur moyenne.
	Apex courtement mucroné.	
	Stomates sur les deux faces.	
		Disposition en brosse.
	Section épaisse.	
	Canaux longs.	De diamètre moyen.
Ramule....	.....	Légèrement pubescent.
Bourgeon. .	Arêtes des écailles longues.	
Cône.....	.....	Taille réduite.
		Bractée légèrement spatulée, lancéolée.

Une deuxième espèce reste à examiner, *P. Breweriana* Watson. Elle possède des caractères très particuliers :

Feuilles arrondies au sommet, très longs coussinets foliaires, bourgeon dégagé.

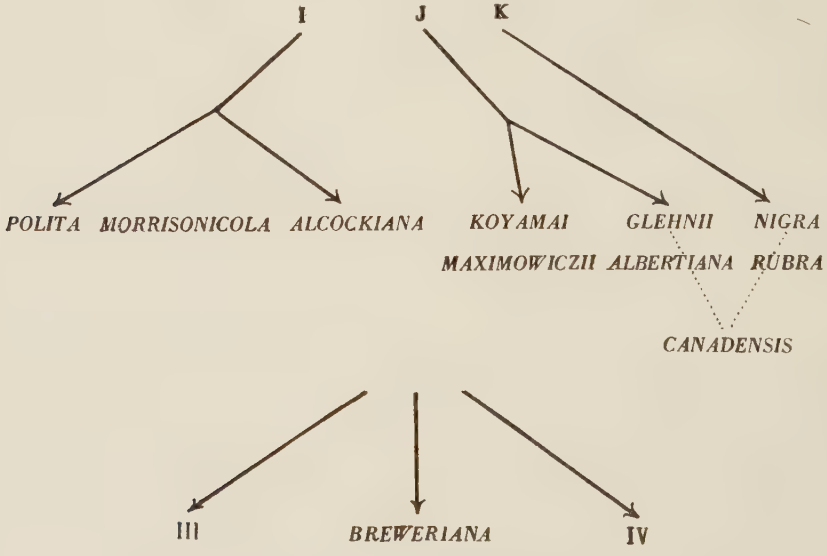
D'autre part, certains caractères sont ceux du groupe III, section aplatie, absence de stomates sur la face inférieure.

Mais les caractères du cône : forme et consistance des écailles, forme de la bractée, se retrouvent dans le groupe IV.

P. Breweriana se place donc au voisinage des deux groupes et doit dériver du même ancêtre qu'eux. Cette opinion est très différente de celle de LACASSAGNE.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	BREWERIANA	
F. sté.....	Apex très obtus. Disposition en écouvillon.	
		Stomates absents sur la face inférieure. Feuille aplatie.
	Canaux résinifères longs.	
Ram.	Très pubescent.	
Bourg. . . .	Arêtes médianes.	
Cône.	.....	Taille moyenne.

La classification naturelle des espèces du second groupe américano-asiatique peut être résumée par le tableau suivant :



Ce GROUPE IV réunit le sous-phylum **A** b1 et le **phylum B** de LACASSAGNE.

RÉSUMÉ
DE LA CLASSIFICATION NATURELLE DES *PICEA*

ESPÈCES EURASIATIQUES

GROUPE I

Cône grand ou moyen, écailles non flexibles. Feuille épaisse à canaux de faible diamètre.

Phylum A. — Feuilles comprimées latéralement à faces supérieures convexes. Bourgeons ovoïdes sans arêtes. Cône grand.

Phylum B. — Feuilles à faces supérieures concaves. Bourgeon pointu à arêtes médianes. Cône moyen.

Phylum C. — Feuilles à faces supérieures concaves. Bourgeon ovoïde sans arêtes médianes. Cône grand.

Phylum D. — Bourgeon conique, arêtes médianes à l'origine. Cône grand.

Sous-phylum 1 : Feuilles à faces convexes. Faisceaux conducteurs partiellement soudés.

Sous-phylum 2 : Feuilles à faces concaves, faisceaux conducteurs séparés, ramule glabre ou légèrement pubescent.

Sous-phylum 3 : Feuilles à faces concaves, faisceaux séparés, ramule très pubescent.

ESPÈCES DE LA CHINE CENTRALE ET OCCIDENTALE

GROUPE II

Cône moyen ou court, écailles rigides ou flexibles. Bourgeon ovoïde. Feuille épaisse ou aplatie, à stomates peu nombreux sur la face inférieure. Canaux sécréteurs placés sur la tengente inférieure à l'endoderme.

Phylum E. — Feuille à face supérieure épaisse. Cône à écailles plissées. Bractée généralement lancéolée.

Sous-phylum 1 : Cône cylindrique.

Sous-phylum 2 : Cône ovoïde.

Phylum F. — Feuille aplatie sur la face supérieure. Cône à écailles rigides. Bractée arrondie.

ESPÈCES AMÉRICANO-ASIATIQUES

GROUPE III

Cône moyen ou petit. Ecailles minces, flexibles. Bractées pointues, denticulées au sommet. Bourgeon gros, conique, sans arêtes médianes.

Phylum G. — Feuille à apex longuement atténué. Face inférieure pourvue de stomates, section épaisse sur les deux faces. Canaux résinifères courts.

Phylum H. — Feuille à apex brusquement mucroné. Face inférieure dépourvue de stomates. Section aplatie sur la face supérieure. Canaux résinifères longs.

GROUPE IV

Cône de taille variable. Ecailles rigides, triangulaires, arrondies. Bractées arrondies, denticulées. Bourgeon ovoïde; arêtes médianes longues à l'origine. Section de la feuille épaisse; stomates sur les deux faces. Canaux de grand diamètre à l'origine.

Phylum I. — Cône grand. Bourgeon gros, arêtes courtes. Canaux de diamètre moyen.

Phylum J. — Cône moyen. Bourgeon petit, arêtes longues à l'origine. Canaux de grand diamètre.

Phylum K. — Cône petit. Bourgeon petit, arêtes longues. Canaux de diamètre moyen.

L'espèce la plus difficile à placer est *P. Breweriana*. Je l'ai considérée comme dérivant du même ancêtre que les groupes III et IV.

CHAPITRE VI

LES PHYLUMS DU GENRE *PSEUDOTSUGA*

Les 18 espèces de *Pseudotsuga* forment deux groupes très séparés par leurs caractères comme ils le sont géographiquement.

Il y a lieu de distinguer le groupe américain et le groupe asiatique réunissant chacun plusieurs phylums.

L'étude de la classification naturelle des *Pseudotsuga* est simplifiée par le fait qu'il s'agit d'un genre moins complexe que les genres *Abies* ou *Picea*. La variabilité des caractères est très limitée. On peut imaginer les mêmes sens d'évolution, c'est-à-dire la tendance au raccourcissement des feuilles, à la disposition pectinée, à la diminution du sous-épiderme, à la réduction du diamètre des canaux résinifères, à la disposition de la pubescence, au raccourcissement du cône, à l'allongement des bractées et de leur pointe terminale.

Le groupe asiatique et le groupe américain diffèrent notamment par la forme des bractées. Dans le premier, elles sont toujours réfléchies, dans l'autre, elles sont surtout droites. Mais deux espèces américaines, *Ps. Flahaulti* et *Ps. glauca*, ont aussi des bractées du type réfléchi. Il est difficile d'admettre une parenté entre ces deux espèces et les asiatiques, si on considère les localisations géographiques. Il m'a paru plus logique d'admettre l'indépendance complète du groupe II et du phylum C et de rechercher la tendance à la réflexion des bractées dans l'ancêtre du genre *Pseudotsuga*.

PSEUDOTSUGA AMÉRICAINS

GROUPE I

Ce groupe présente les caractères généraux suivants :

Feuille à apex entier.
Section le plus souvent épaisse.

Idioblastes petits en section transversale.
Cône souvent de grande taille.
Bractées droites ou réfléchies.

Ce groupe est constitué par trois phylums bien distincts :

Le **phylum A** réunit :

Ps. vancouverensis FLOUS, *Ps. Douglasii* CARRIÈRE, *Ps. cæsia* SCHWERIN.

Ps. Rehderi FLOUS, *Ps. globulosa* FLOUS, *Ps. Merrilli* FLOUS.

Le **phylum B** comprend :

Ps. Flahaulti FLOUS et *Ps. glauca.*

Les autres espèces ont une place intermédiaire.

Le phylum A est essentiellement caractérisé par des bractées droites, appliquées contre l'écaille et souvent recourbées vers le cône.

Le phylum B est caractérisé par des feuilles mucronées et un cône de grandes dimensions.

Le phylum C se distingue des deux autres par les bractées réfléchies.

Ps. Guinieri FLOUS peut être considéré comme appartenant à la fois aux phylums A et C. Il se rapproche du phylum C par la section de la feuille et la continuité du sous-épiderme, par la forme ailée de l'écaille du cône. Mais il s'en éloigne par la forme des bractées qui sont du même type que celles du phylum A.

Ps. macrolepis FLOUS paraît intermédiaire entre les phylums B et C. Comme dans B, la feuille est plate, les écailles grandes, très arrondies et largement auriculées. Comme dans C, l'apex des feuilles est obtus, le bourgeon aussi. Les bractées ont une tendance à être réfléchies, en particulier les supérieures.

Ps. californica FLOUS est difficile à placer par suite de l'insuffisance de la documentation. Les caractères végétatifs permettent de le rapprocher soit du phylum A (feuille de longueur moyenne, épaisse, à sous-épiderme continu, il serait alors plus primitif que *Ps. vancouverensis* par sa feuille mucronée), soit du phylum B (apex mucroné, bourgeon, il serait alors plus primitif que *Ps. macrocarpa,* par sa feuille épaisse). La connaissance du cône permet-

trait seule de choisir entre ces deux hypothèses ou de voir s'il ne s'agit pas encore d'un intermédiaire.

PHYLUM A

Les caractères généraux du phylum sont :

Feuille à apex non mucroné.
Section épaisse.
Cône moyen ou petit.
Bractée droite.

On peut distinguer deux sous-phylums :

Le **sous-phylum 1** comprend *Ps. vancouverensis, Ps. Douglasii* et *Ps. caesia* qui dérivent du même ancêtre. Il n'est pas possible de mettre ces espèces en série. Chacune possède des caractères primitifs et d'autres évolués. Par exemple, *Ps. caesia,* qui est évolué par le sous-épiderme réduit des feuilles, est primitif par le grand diamètre des canaux. C'est l'inverse pour *Ps. vancouverensis* qui est primitif par le sous-épiderme évolué par les canaux.

Le **sous-phylum 2** comprend *Ps. Rehderi, Ps. globulosa, Ps. Merrilli* qui peuvent aussi être rattachés à un même ancêtre.

Sous-phylum 1.

Bractées du cône appliquées contre l'écaille.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	VANCOUVERENSIS	
Feuille.		Apex large arrondi.
	Disposition en brosse.	
	Section épaisse.	
	Sous-épiderme continu.	
		Canaux de diamètre réduit.
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	Taille moyenne.	
		Bractée longue.

DOUGLASII

Feuille. . . .	Apex pointu.	
		Disposition pectinée.
	Section épaisse.	
	Sous-épiderme abondant.	Discontinu.
		Canaux sécréteurs de diamètre moyen.
Ramule. . . .	Pubescent.	
Bourgeon. .	Pointu.	
Cône.	Taille moyenne.	
		Bractée longue.

CAESIA

Feuille. . . .	Apex étroit ogival.	
		Disposition distique.
	Section épaisse.	
		Sous-épiderme très réduit.
	Canaux de grand diamètre.	
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	. . . . .	Taille assez réduite.
		Bractées très longues.

Sous-phylum 2.

Bractées du cône s'écartant de l'écaille.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS

MERRILLI

Feuille. . . .	Feuille courte.	
	Apex étroit.	
	Disposition fortement en brosse.	
	Section épaisse.	
		Sous-épiderme discontinu.
		Canaux sécréteurs de diamètre moyen.
Ramule. . . .	. . . . .	Glabre.
Cône.	Taille moyenne.	
		Bractée longue, pointes latérales dépassant largement l'écaille.

REHDERI

Feuille. . . .	Apex étroit.	
		Disposition subdistique.
	Section épaisse.	
		Sous-épiderme discontinu.
		Canaux sécréteurs de diamètre moyen.
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	Taille moyenne.	
	Pointes latérales de la bractée ne dépassant pas largement l'écaille.	

GLOBULOSA

Feuille. . . .	Apex étroit.	
	Disposition en brosse pour les feuilles supérieures.	
	Section épaisse.	
		Sous-épiderme discontinu.
		Canaux sécréteurs de diamètre moyen.
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	. . . . .	Taille réduite.
	Pointes latérales de la bractée plus courtes que l'écaille.	

PHYLUM B

Les caractères essentiels sont les suivants :

Feuille à apex très pointu, courtement mucroné.

Feuilles rabattues vers l'avant du rameau, les supérieures fortement.

Ramule pubescent.

Bourgeon ovoïde très pointu.

Cône pouvant atteindre une grande taille.

Ce phylum ne renferme qu'une seule espèce. Il est regrettable que *Ps. californica* soit incomplètment connu. Il serait intéressant de savoir quels sont les caractères du cône. Ceux-ci le placeraient peut être dans le phylum B.

Cette hypothèse trouverait un appui dans les considérations géographiques.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	MACROCARPA	
Feuille.....	Apex mucroné.	
	Feuilles supérieures en brosse.	
		Section aplatie.
		Sous-épiderme discontinu.
		Canaux de diamètre réduit.
Ramule....	Pubescent.	
Bourgeon..	Très pointu.	
Cône.....	Très grand.	

PHYLUM C

Les caractères généraux sont les suivants :

Feuille de longueur moyenne, apex ogival.
Section épaisse.
Sous-épiderme abondant.
Canaux résinifères de diamètre moyen.
Ramule pubescent.
Cône à bractées réfléchies.
Ecailles cunéiformes.

Ce phylum renferme deux espèces : *Ps. Flahaulti* présente le plus de caractères primitifs. Ceux de *Ps. glauca* se mettent pour la plupart en série d'une façon assez satisfaisante.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	FLAHAULTI	
Feuille....	Apex ogival.	
		Disposition subdistique.
	Section épaisse.	
	Sous-épiderme continu.	
Ramule....	Pubescent.	
Bourgeon..	Ovoïde.	
Cône.....	Taille moyenne.	
	Ecaille losangique faiblement ailée.	

GLAUCA

Feuille. . . .	.....	Apex large, entier ou légèrement échancré.
	Disposition plus ou moins en brosse.	
	Section épaisse.	
		Sous-épiderme discontinu.
Ramule. . . .	Pubescent.	
Bourgeon. .	.....	Large à la base.
Cône.	.....	Petit.
		Ecaille losangique nettement ailée.

(?) *MACROCARPA* × *FLAHAULTI* (1)
MACROLEPIS

Feuille. . . .	.....	Longueur moyenne (F).
	Apex ogival.	
		Disposition pectinée pour les feuilles latérales.
		Section plate (M).
		Sous-épiderme discontinu (M).
		Canaux de diamètre moyen (F).
Ramule. . . .	Pubescent.	
Bourgeon. .	.....	Peu pointu (F).
Cône.	Taille moyenne.	

CALIFORNICA

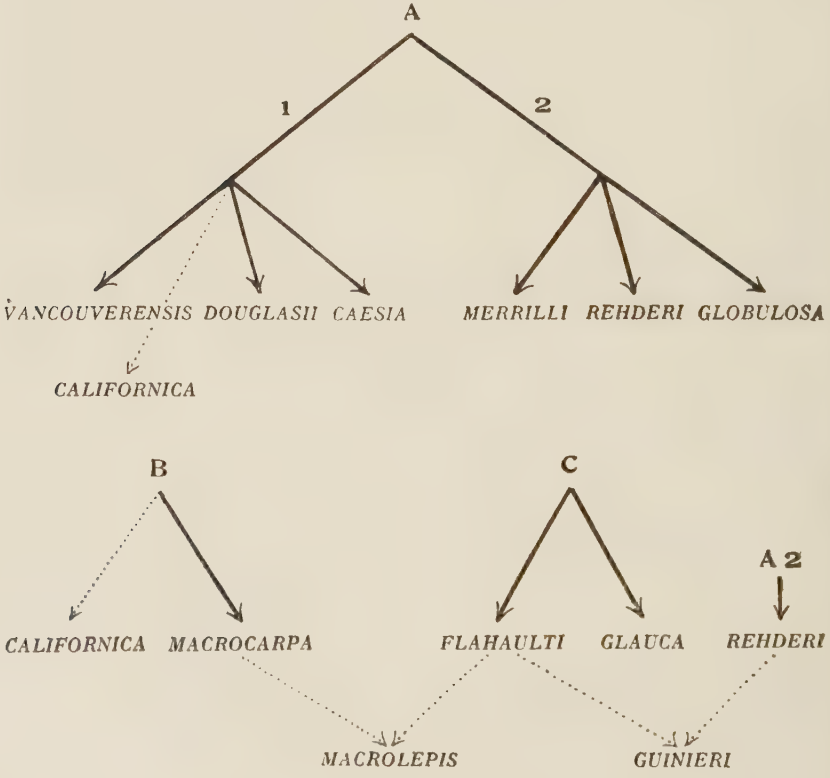
Ramule. . . .	Apex mucroné.	
	Feuilles supérieures en brosse.	
	Section épaisse.	
	Sous-épiderme continu.	
		Canaux sécréteurs de diamètre réduit, souvent absents.
Feuille. . . .	Pubescent.	
Bourgeon. .	Très pointu.	

(1) Cf. note, p. 74.

(?) *REHDERI* × *FLAHAULTI*
GUINIERI

Ramule. . . .	. . . . .	Longueur moyenne.
	Disposition plus ou moins en brosse.	
	Section épaisse.	
	Sous-épiderme continu (F).	
Ramule. . . .	Pubescent.	
Bourgeon. .	. . . . .	Obtus (F.).
Cône.	Taille moyenne (var. *mediostrobus*).	Taille très réduite (type).
		Bractée très longue.

La parenté des *Pseudotsuga* américains peut être résumée ainsi :



PSEUDOTSUGA ASIATIQUES

GROUPE II

Ce groupe se distingue du précédent par les caractères généraux suivants :

Feuille à apex échancré.
Section plate.
Idioblastes plus ou moins allongés en section transversale.
Cône de taille moyenne ou réduite.
Bractées toujours réfléchies.

Ce groupe est formé de deux phylums:

Le **phylum D** renferme deux sous-phylums : l'un qui réunit *Ps. Salvadori* et *Ps. japonica,* l'autre formé de *Ps. Gausseni* et *Ps. Wilsoniana.*

Le **phylum E** réunit *Ps. sinensis* et *Ps. Forrestii.*

PHYLUM D

Il est caractérisé par de petits cônes et par des graines à aile courte et large.

Sous-phylum 1.

Il se différencie du suivant : par des feuilles étroites, épaisses, à bords latéraux arrondis, épais; par de très grands canaux résinifères. Dans ce sous-phylum, *Ps. Salvadori* est plus primitif par l'abondance du sous-épiderme, plus évolué par la longueur de la pointe des bractées.

Les deux espèces ont un ancêtre commun.

CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
SALVADORI	
Feuille.	Apex échancré. Feuilles subdistiques. Section peu épaisse.
Sous-épiderme très abondant. Canaux de grand diamètre.	

Ramule.	Glabre.
Cône.	Petit.
	Bractée à pointe longue.

JAPONICA

Feuille.	Apex échancré.
Feuilles supérieures rabattues.	Feuilles latérales pectinées.
	Section peu épaisse.
	Sous-épiderme réduit.
Canaux résinifères de grand diamètre.	
Ramule.	Glabre.
Cône.	Petit.
Pointe de la bractée courte.	

Sous-phylum 2.

Ce sous-phylum est caractérisé par des feuilles larges, aplaties, amincies sur les bords; par de petits canaux résinifères foliaires.

Les deux espèces possèdent à peu près le même degré d'évolution. On peut les rattacher à un ancêtre commun.

CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS

WILSONIANA

Feuille. . . .	Feuille courte.
	Apex échancré.
	Feuilles subdistiques.
	Section peu épaisse.
Sous-épiderme abondant.	Sous-épiderme très discontinu.
	Canaux résinifères de faible diamètre.
Ramule. . . .	Pubescent.
Cône.	Taille réduite.
Pointe de la bractée courte.	

GAUSSENI

Feuille. . .		Feuille assez longue. Apex échancré. Section plate.
	Sous-épiderme abondant.	Très discontinu. Canaux résinifères petits.
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.		Taille réduite.
	Bractée à pointe courte.	

PHYLUM E

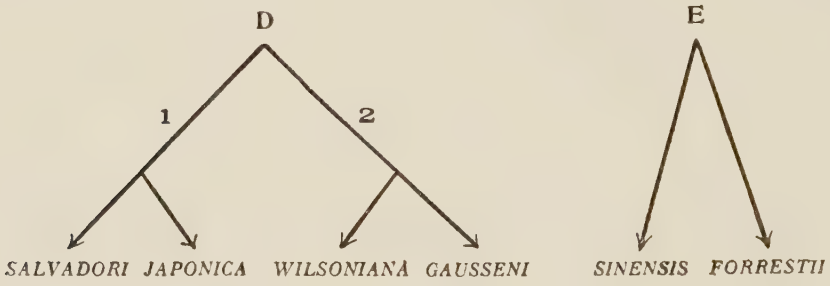
Il se distingue du précédent par des cônes plus grands et par des graines à aile longue et étroite dans sa partie distale. Les feuilles ont des bords aigus, recourbés vers le bas.

Les deux espèces qui constituent ce phylum ne peuvent être mises en série par tous leurs caractères. *Ps. Forrestii* est plus évolué que *Ps. sinensis* par ses longues feuilles. Il est plus primitif par la taille du cône.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	SINENSIS	
Feuille. . . .	Feuille courte.	Apex échancré. Disposition pectinée. Section plate. Sous-épiderme discontinu. Canaux résinifères de faible diamètre.
Ramule. . . .	Pubescent (jeune).	Glabre (âgé).
Cône.		Taille moyenne.
	Pointe de la bractée courte.	
	FORRESTII	
Feuille. . . .		Feuille longue. Apex échancré. Disposition pectinée. Section plate. Sous-épiderme réduit. Canaux résinifères petits.

Ramule. . . . Pubescent.
Cône. . . . . Taille moyenne.
Pointe de la bractée très longue.

La classification des *Pseudotsuga* asiatiques peut être résumée par le tableau suivant :



RÉSUMÉ DE LA CLASSIFICATION NATURELLE DES *PSEUDOTSUGA*

ESPÈCES AMÉRICAINES

GROUPE I

Feuille à apex entier. Idioblastes petits en section transversale. Partie entière de la bractée du cône très longue.

Phylum A. — Apex non mucroné. Section foliaire épaisse. Cône de taille moyenne. Bractée droite.

Sous-phylum 1 : Bractée appliquée contre l'écaille.
Sous-phylum 2 : Bractée s'écartant de l'écaille.

Phylum B. — Apex mucroné. Section foliaire plate. Grand cône.

Phylum C. — Apex non mucroné. Section foliaire épaisse. Cône de taille moyenne. Bractées réfléchies.

ESPÈCES ASIATIQUES

GROUPE II

Feuille à apex échancré.
Idioblastes allongés en section transversale.
Partie entière de la bractée du cône courte.

Phylum D. — Petits cônes. Graine à aile courte et large.

Sous-phylum 1 : Feuille étroite, épaisse, à bords arrondis. Grands canaux résinifères.

Sous-phylum 2 : Feuille large, aplatie, à bords aigus, petits canaux résinifères.

Phylum E. — Cônes assez gros. Graine à aile longue, étroite.

CHAPITRE VII

LES PHYLUMS DU GENRE *TSUGA*

Les 17 espèces du genre *Tsuga* peuvent être classées en quatre groupes : deux américains, deux asiatiques.

Le **groupe I** renferme *Ts. Hookeriana* (Murr.) Carrière et *Ts. crassifolia* Flous, qui s'opposent nettement à l'ensemble des autres espèces américaines et forment le phylum A.

Le **groupe II** réunit : *Ts. caroliniana* Engelmann, *Ts. heterophylla* (Raf.) Sargent, *Ts. canadensis* (L.) Carrière. Il renferme aussi *Ts. Jeffreyi* Henry, dont les caractères sont intermédiaires entre ceux de *Ts. heterophylla* et de *Ts. Hookeriana.*

Le **groupe III** est comparable au précédent en ce qu'il renferme la plupart des espèces asiatiques. Celles-ci forment cinq phylums : C, D, E, F, G.

phylum *C : Ts. diversifolia* (Maxim.) Masters, *Ts. Sieboldii*, Carrière, *Ts. Blaringhemi* Flous, *Ts. Formosana* Hayata.

phylum *D : Ts. Forrestii* Downie, *Ts. chinensis* (Franch.) Pritzel.

phylum *E : Ts. yunnanensis* (Franch.) Masters, *Ts. Brunoniana* (Wall.) Carrière.

phylum *F : Ts. patens* Downie, *Ts. calcarae* Downie.

phylum *G : Ts. tchekiangensis* Flous.

Le **groupe IV**, au contraire, est comparable au groupe I par sa réduction à une seule espèce : *Ts. longibracteata* Cheng.

Cette classification se justifie si on considère les caractères morphologiques et anatomiques. *Ts. Hookeriana* et *Ts. crassifolia* ne peuvent être réunis aux autres espèces américaines dont ils diffèrent si profondément. La distinction du sous-genre *Hesperopeuce* est très justifiée. Il est regrettable que le nom choisi par Van Tieghem ne soit pas plus précis, et ne mette pas en évidence

un des nombreux caractères si particuliers de *Ts. Hookeriana* et *Ts. crassifolia.*

D'autre part, *Ts. longibracteata* ne peut pas être mis dans le groupe chinois. Il possède des caractères qui justifieraient eux aussi la distinction d'une troisième section s'ajoutant aux sections *Eupicea* et *Hesperopeuce.*

Les caractères aberrants pour le genre *Tsuga,* que présente *Ts. longibracteata,* lui donnent quelque analogie avec *Ts. Hookeriana* et *Ts. crassifolia.* En particulier, les feuilles sont amphistomatiques, le canal sécréteur est indépendant du cylindre central de la feuille, le cône est grand, les bractées atteignent au moins le milieu de l'écaille. Mais si l'on considère d'autres caractères importants, tels que la structure de la feuille, la morphologie du cône, particulièrement des bractées, on voit apparaître l'impossibilité de rattacher l'espèce asiatique aux deux autres. Il en est de même si on remarque le grand éloignement de leurs aires. Elles appartiennent à deux phylums différents, provenant de deux ancêtres distincts.

En résumé, les groupes les plus voisins sont II et III, tous deux très hétérogènes et formés de plusieurs phylums ou sous-phylums.

Le groupe II, se distingue par ses feuilles non échancrées, épaisses par ses cônes à écailles non arrondies et à bractées dépourvues de deux lobes médians.

Le groupe III est essentiellement caractérisé par des feuilles surtout échancrées, plates, par des cônes à écailles plus ou moins orbiculaires et à bractées pourvues de deux lobes médians.

Le groupe I est à rapprocher du groupe II, avec lequel il paraît avoir donné un hybride fixé : *Ts. Jeffreyi.*

Le groupe IV est le plus évolué par la longueur des bractées.

J'ai admis dans l'étude de la classification naturelle des *Tsuga* les mêmes sens d'évolution que dans les autres genres. Les feuilles amphistomatiques et pointues sont plus primitives que les feuilles hypostomatiques et échancrées. La disposition sur toutes les faces du rameau, l'épaisseur des feuilles, la continuité du sous-épiderme sont aussi des caractères primitifs.

Un élément nouveau, particulier au genre a été la disposition du canal sécréteur par rapport à l'endoderme qui limite le sys-

tème conducteur de la feuille. Ce canal est toujours marginal, mais il n'a pas généralement la position normale chez les autres Abiétacées, à l'extérieur de l'endoderme. Cette disposition ne s'observe que dans les formes que j'ai considérées comme les plus primitives. Ailleurs, le canal est plus ou moins inclus dans la limite de l'endoderme. Le cas extrême représente le type le plus évolué.

Comme dans les autres genres, j'ai considéré la pubescence du ramule, la grande taille relative du cône comme des caractères primitifs. Les bractées saillantes sont les plus évoluées.

GROUPE I

Ce groupe est défini par les caractères suivants :

Feuilles amphistomatiques disposées en écouvillon.
Bords non dentés.
Section épaisse.
Sous-épiderme très abondant.
Canal sécréteur très éloigné de l'endoderme.
Tissu aréolé en arc presque continu.
Ramule à coussinets foliaires très saillants.
Bourgeon conique.
Cône grand.
Bractée moyenne, non saillante.

Ts. crassifolia paraît être l'espèce la plus primitive par l'épaisseur maxima des feuilles.

PHYLUM A

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	CRASSIFOLIA	
F. stérile...	Courte.	
	Apex entier, aigu.	
	Stomates sur les deux faces	
	Disposition non distique.	
	Section très épaisse.	
	Sous-épiderme très abondant.	
	Canal sécréteur très séparé de l'endoderme.	

Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	Grand.	
	Bractée non saillante.	Bractée atteignant le milieu de l'écaille.

HOOKERIANA

F. stérile...	Feuille courte.	
	Apex entier,	Arrondi.
	Stomates sur les deux faces.	
	Disposition non distique.	
	Section épaisse.	Aplatie sur la face supérieure.
	Sous-épiderme très abondant.	
	Canal très séparé de l'endoderme.	
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	Grand.	
	Bractée non saillante.	Bractée atteignant le milieu de l'écaille.

GROUPE II

Il présente les caractères généraux suivants :

Feuilles courtes, subdistiques.
Feuilles hypostomatiques.
Apex entier, large.
Section assez épaisse.
Sous-épiderme très discontinu.
Canal résinifère présentant des points de contact avec l'endoderme.
Ramule pubescent.
Bourgeon ovoïde.
Cône moyen ou petit.
Ecaille plus haute que large.
Bractée courte n'atteignant pas le milieu de l'écaille.

Ce groupe constitue un phylum dans lequel *Ts. caroliniana* se sépare du sous-phylum *heterophylla, canadensis, Jeffreyi.*

Ts. caroliniana est, en effet, spécial par la dimension du cône, la forme des écailles et des bractées.

PHYLUM B

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	CAROLINIANA	
F. stérile...	Feuille courte.	
		Apex large, légèrement émarginé.
		Feuilles hypostomatiques.
		Disposition subdistique.
	Section assez épaisse.	
		Sous-épiderme très discontinu.
	Canal sécréteur extérieur à l'endoderme.	
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	Taille moyenne.	
	Bractée courte.	
	HETEROPHYLLA	
F. stérile...	Courte.	
	Apex entier.	
		Feuilles hypostomatiques.
		Disposition subdistique.
	Section épaisse.	
		Sous-épiderme peu abondant.
	Canal sécréteur grand.	
	Canal sécréteur tangent extérieurement à l'endoderme.	
Ramule. . . .	Longuement pubescent.	
Cône.		Petit.
	Bractée courte.	
	CANADENSIS	
F. stérile...	Courte.	
	Apex entier.	
		Feuilles hypostomatiques.
		Disposition subdistique.
		Section aplatie.
		Sous-épiderme presque nul.
	Canal sécréteur grand.	
		Canal sécréteur en partie inclus dans la nervure.

Ramule. . . . Courtement pubescent.
Cône. . . . . Petit.
Bractée courte.

HETEROPHYLLA × *HOOKERIANA*
JEFFREYI (1)

F. stérile... Courte.
Apex entier ogival (H).
Feuilles amphistomatiques (H).
Section épaisse (H).
Sous-épiderme abondant
Canal sécréteur tangent extérieurement à l'endoderme (he).
Ramule. . . . Pubescent, à poils assez longs.
Cône. . . . . Petit (he).
Bractée courte (he).

La classification des *Tsuga* américains peut être résumée par le tableau suivant :

GROUPE III

Ses caractères généraux sont :

Feuilles courtes, subdistiques.
Apex, le plus souvent échancré.
Feuilles hypostomatiques.

(1) Cf. note, p. 74.

Canal résinifère non extérieur à l'endoderme.
Bourgeon ovoïde ou globuleux.
Cône petit.
Ecaille aussi large ou plus large que haute.
Bractée courte, présentant deux lobes médians.

Ce groupe renferme plusieurs phylums.

PHYLUM C

Dans ce phylum sont réunies les espèces japonaises et de Formose qui ont, en commun, les caractères suivants :

Feuille courte à apex large, échancré, arrondi.
Bords dépourvus de dents.
Canal sécréteur de grand diamètre, à demi-inclus dans la nervure.
Bractée à bord externe droit ou formant un angle très obtus.

Ts. diversifolia paraît être le type le plus primitif. Ses caractères se mettent assez bien en série avec ceux de *Ts. Sieboldii.*

Ts. Blaringhemi paraît intermédiaire entre *Ts. diversifolia* et *Ts. Sieboldii.*

Ts. formosana présente des bourgeons, des écailles et des bractées d'un type différent de celui des espèces japonaises. Il ne peut être considéré comme dérivant de l'une d'elles, mais de l'ancêtre commun.

Sous-phylum 1.

CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
DIVERSIFOLIA	
Courte.	
	Apex arrondi, échancré.
	Feuille hypostomatique.
	Disposition subdistique.
	Section aplatie.
Bords latéraux arrondis.	
Sous-épiderme très abondant.	
Canal résinifère grand.	
	Canal à demi-inclus dans la nervure.

Ramule. . . . Pubescent.

Cône. . . . . Petit.

Bractée courte.

SIEBOLDII

F. stérile... Courte.

Apex arrondi échancré.

Feuille hypostomatique.

Disposition subdistique.

Section à bords latéraux aigus.

Sous-épiderme réduit.

Canal résinifère grand.

Canal à demi-inclus dans la nervure.

Ramule. . . . . Glabre.

Cône. . . . . Petit.

Bractée courte.

(?) *DIVERSIFOLIA* × *SIEBOLDII*

BLARINGHEMI [1]

F. stérile... Courte.

Apex arrondi échancré.

Feuille hypostomatique.

Disposition probablement subdistique.

Section plate (D).

Bords latéraux souvent arrondis (D).

Bords latéraux quelquefois aigus (S).

Sous-épiderme très discontinu (S).

Canal résinifère grand.

Canal à demi-inclus dans la nervure.

Ramule. . . . Pubescent (D).

Cône. . . . . Petit.

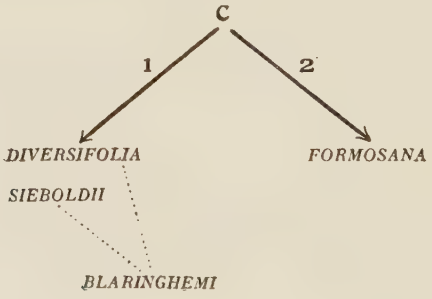
Bractée courte.

(1) Cf. note, p. 74.

Sous-phylum 2.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	FORMOSANA	
F. stérile...		Apex arrondi échancré. Feuille hypostomatique. Disposition probablement subdistique. Section à bords latéraux aigus. Sous-épiderme très discontinu. Canal sécréteur de diamètre moyen. Canal à demi-inclus dans la nervure.
Ramule. . .		Glabre.
Cône.	Souvent de taille moyenne.	

La parenté entre les espèces du phylum C peut être résumée ainsi :



PHYLUM D

Les caractères généraux sont les suivants :

Feuille à bords entiers, arrondie, échancrée à l'apex.

Section de la feuille à bords latéraux aigus, non recourbés vers le bas.

Cône souvent de taille moyenne.

Dans ce phylum *Ts. Forrestii* est le type primitif. *Ts. chinensis*

paraît en dériver, ses caractères se mettent en série de façon satisfaisante.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	FORRESTII	
F. stérile...		Apex large, arrondi, échancré. Disposition probablement subdistique. Section plate.
	Sous-épiderme continu. Canal résinifère à demi-inclus dans la nervure.	
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	Taille moyenne. Bractée courte.	
	CHINENSIS	
F. stérile...		Apex large, arrondi, échancré. Disposition subdistique. Section plate. Sous-épiderme très discontinu. Canal résinifère inclus dans l'endoderme.
Ramule. . . .	Pubescent.	
Cône.	Taille moyenne quelquefois. Bractée courte.	Souvent taille réduite.

PHYLUM E

Il renferme *Ts. yunnanensis* et *Ts. Brunoniana* qui se distinguent des autres espèces du groupe III :

par les feuilles à apex entier, à bords latéraux très aigus, recourbés vers le bas.

par les bractées à lobes médians fortement laciniés.

Ts. Brunoniana est plus évolué que *Ts. yunnanensis* par la

longueur des feuilles. Il est plus primitif par d'autres caractères. Les deux espèces peuvent être rattachées au même ancêtre.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	BRUNONIANA	
F. stérile...	.....	Longue.
	Apex entier, obtus ou pointu.	
		Section très aplatie.
		Bords latéraux formant un angle très aigu.
	Sous-épiderme bien marqué dans le sillon médian.	Sous-épiderme réduit.
		Canal sécréteur en partie inclus dans l'endoderme.
Ramule. . .	.....	Pubescence faible.
Cône.	.....	Petit.
	Ecaille plus haute que large.	
		Bractée atteignant presque le milieu de l'écaille.
	YUNNANENSIS	
F. stérile...	Longueur moyenne.	
	Apex entier.	Arrondi.
		Disposition subdistique.
		Section très aplatie.
		Bords latéraux formant un angle très aigu.
		Sous-épiderme réduit, nul ou presque nul dans le sillon médian.
		Canal sécréteur presque inclus dans l'endoderme.
Ramule. . .	Très pubescent.	
Cône.	.....	Petit.
		Ecaille aussi haute que large.
		Bractée atteignant presque le milieu de l'écaille.

PHYLUM F

Les caractères généraux sont les suivants :

Feuille à apex arrondi échancré, denticulée sur le bord.

Section de la feuille à bords latéraux aigus, non recourbés vers le bas.

Bractée pentagonale, présentant deux lobes médians, entiers, aigus.

Dans ce phylum : *Ts. patens* et *Ts. calcarea* peuvent être rattachés au même ancêtre.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	PATENS	
F. stérile...	Apex étroit. Section peu aplatie. Sous-épiderme très abondant. Canal résinifère presque à demi-inclus dans la nervure.	Echancré.
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	.....	Petit. Bractée atteignant le milieu de l'écaille.
	CALCAREA	
F. stérile...	Apex assez étroit. Section épaisse. Sous-épiderme continu. Canal à peine inclus dans la nervure.	Echancré.
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	.....	Petit. Bractée atteignant le milieu de l'écaille.

PHYLUM G

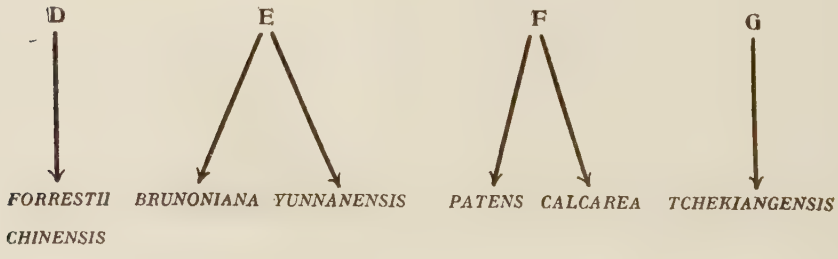
Il renferme uniquement *Ts. tchekiangensis* qui présente des analogies d'une part avec le phylum C et le phylum D (feuilles arrondies échancrées à bords dépourvus de dents), d'autre part avec le phylum F, particulièrement avec *Ts. patens,* pour la section de la feuille.

Le phylum G est donc défini par la juxtaposition de caractères que l'on trouve séparément dans les trois autres phylums C, D et F.

Feuilles à apex arrondi, échancré.
Bords latéraux sans denticulations.
Ecaille orbiculaire.
Bractée losangique.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	TCHEKIANGENSIS	
F. stérile...	.....	Apex large, échancré.
	Section peu aplatie.	
	Sous-épiderme très abondant.	
	Canal à demi-inclus dans la nervure.	
Ramule....	Pubescent.	
Cône.....	.....	Petit.
	Bractée courte, n'atteignant pas le milieu de l'écaille.	

La classification de ces quatre phylums peut être résumée par le tableau suivant :



GROUPE IV

Ses caractères essentiels sont ceux de *Ts. longibracteata.*

Feuilles amphistomatiques, entières et pointues à l'apex.
Bords non dentés.
Sous-épiderme abondant.
Fibres isolées dans le parenchyme foliaire.
Canal sécréteur extérieur à l'endoderme.
Cône moyen.
Bractées saillantes.

	CARACTÈRES PRIMITIFS	CARACTÈRES ÉVOLUÉS
	LONGIBRACTEATA	
F. stérile...	Apex pointu. Stomates sur les deux faces. Sous-épiderme abondant. Canal séparé de l'endoderme.	
Ramule. . .	.....	Glabre ou faiblement pubescent.
Cône.	Moyen.	Bractée longue, saillante.

RÉSUMÉ DE LA CLASSIFICATION NATURELLE DES *TSUGA*

ESPÈCES AMÉRICAINES

GROUPE I

Côtes Pacifique de l'Amérique du Nord.

Phylum A. — Cône grand. Bractée longue mais non saillante. Feuilles amphistomatiques. Canal sécréteur de la feuille très éloigné de la nervure.

GROUPE II

Régions orientales et occidentales de l'Amérique du Nord.

Phylum B. — Cône petit ou moyen. Ecaille plus haute que large. Bractée très courte à un lobe médian. Feuilles hypostomatiques, à apex entier. Canal sécréteur de la feuille non indépendant de l'endoderme.

ESPÈCES ASIATIQUES

GROUPE III

Cône petit. Ecaille au moins aussi large que haute. Bractée très courte, à deux lobes médians. Feuilles hypostomatiques, à apex généralement échancré. Canal sécréteur de la feuille non indépendant de l'endoderme.

Japon et Formose.

Phylum C. — Grand canal sécréteur dans la feuille. Bords latéraux entiers. Bractée plus ou moins en forme de trapèze.

Chine centrale et occidentale, Himalaya.

Phylum D. — Apex échancré. Bords latéraux de la feuille non dentés, aigus, mais non recourbés en section transversale.

Phylum E. — Apex non échancré. Bords latéraux dentés, aigus et très recourbés vers le bas en section transversale.

Phylum F. — Apex échancré. Bords latéraux dentés, aigus mais non recourbés en section transversale.

Phylum G. — Apex échancré. Bords latéraux non dentés. Bractée losangique pentagonale.

GROUPE IV

Cône assez grand, bractée longue. Feuille amphistomatique. Apex non échancré. Canal sécréteur de la feuille indépendant de l'endoderme.

Chine centrale et méridionale.

CHAPITRE VIII

COMPARAISON DES CLASSIFICATIONS NATURELLES DES DIVERS GENRES

La classification par groupes naturels vient d'être donnée pour les cinq genres d'Abiétées. Ces groupes, caractérisés par une série de particularités morphologiques ou anatomiques, ont aussi une individualité géographique.

Il est intéressant de dresser un tableau d'ensemble de la classification adoptée pour les Abiétées, en montrant les rapports de cette classification avec la répartition.

Ce tableau met en évidence l'individualisation de certaines régions géographiques, quel que soit le genre étudié.

GENRE *ABIES*

Le genre *Abies* est représenté dans les régions suivantes :

Côte Pacifique américaine et Rocheuses :

Groupe I. — Phylum A : *A. magnifica, A. shastensis, A. nobilis;* Phylum B : *A. concolor, A. Lowiana, A. grandis, A. amabilis.*

Groupe III. — Phylum C1 : *A. subalpina, A. arizonica.*

Californie et Mexique :

Groupe II. — *A. religiosa, A. bracteata, A. Hickeli.*

Canada et Alleghanys :

Groupe III. — Phylum C2 : *A. balsamea.*
Phylum C3 : *A. fraseri.*

Alaska, Sibérie orientale et Mandchourie (avec leurs dépendances), **Japon :**

Groupe IV. — Phylum D : *A. subalpina, A. gracilis, A. sibirica, A. sachalinensis, A. Mayriana, A. nemorensis, A. Veitchii, A. nephrolepis.*
Phylum E. — *A. Mariesii, A. koreana.*

Mandchourie, Japon, Formose :

Groupe V. — *A. holophylla, A. homolepis, A. umbellata, A. firma.*

Chine centrale, occidentale :

Groupe VI. — Phylum G : *A. chensiensis, A. recurvata, A. Beissneriana, A. Kawakamii.*

Phylum H : *A. squamata, A. Fargesii.*

Phylum I : *A. sutchuenensis, A. Faxoniana, A. Faberi, A. Delavayi, A. Forrestii, A. Smithii, A. Georgei.*

Himalaya :

Groupe VII. — Phylum J : *A. brevifolia, A. Gamblei, A. Webbiana, A. Pindrow.*

Région circumméditerranéenne :

Groupe VIII. — Phylum K : *A. cephalonica, A. Bonmülleriana, A. Nordmanniana, A. equi-trojani, A. Borisii Regis, A. pectinata, A. nebrodensis, A. Pardei.*

Phylum L : *A. Pinsapo, A. marocana, A. numidica, A. cilicica.*

GENRE *KETELEERIA*

C'est le genre dont la répartition est la plus réduite. Cette répartion a l'intérêt d'ajouter l'Indochine à l'aire des Abiétées.

Chine centrale-occidentale :

Groupe I. — *K. Evelyniana, K. Chien Peii, K. Esquirolii, K. Davidiana.*

Chine sud-orientale et Indochine :

Groupe II. — *K. Dopiana, K. Roulletii, K. cyclolepis, K. formosana, K. Fortunei.*

GENRE *PICEA*

Les groupes et les phylums appartiennent aux régions suivantes :

Côte Pacifique américaine et Rocheuses :

P. Breweriana.

Canada et Alleghanys :

Groupe IV (partie). — Phylum K : *P. nigra, P. rubra.*

Canada, Alaska et Japon :

GROUPE IV (partie). — Phylum J : *P. Glehnii, P. albertiana, P. canadensis.*

Rocheuses et Côte Pacifique américano-asiatique :

GROUPE III. — Phylum G : *P. Engelmanni, P. sitchensis, P. pungens.*

Phylum H : *P. kamtchatkensis, P. jesoensis, P. hondoensis.*

Japon, Formose, Corée et Province maritime :

GROUPE IV (partie). — Phylum J : *P. Koyamai, P. Maximowiczii.*

Phylum I : *P. polita, P. Alcockiana, P. morrisonicola.*

Chine centrale-occidentale :

GROUPE II. — Phylum F : *P. brachytyla, P. complanata, P. Sargentiana, P. ascendens.*

Phylum E2 : *P. Balfouriana, P. hirtella, P. likiangensis, P. purpurea.*

Yunnan, Himalaya :

Phylum E1 : *P. yunnanensis, P. spinulosa.*

Région eurasiatique :

GROUPE I. — Phylum D : *P. ponderosa, P. retroflexa, P. notabilis, P. Watsoniana, P. aurantiaca, P. asperata, P. montigena, P. heterolepis, P. gemmata, P. Meyeri.*

Phylum C : *P. Neoveitchii.*

Phylum B : *P. orientalis, P. obovata, P. Schrenkiana, P. omorica.*

Phylum A : *P. excelsa, P. Morinda.*

GENRE *PSEUDOTSUGA*

Les groupes géographiques sont les suivants :

Côte Pacifique américaine :

GROUPE I. — Phylum A1 : *Ps. vancouverensis, Ps. Douglasii, Ps. caesia.*

Rocheuses, Californie et Mexique :

Phylum A2 : *Ps. Merrilli, Ps. Rehderi, Ps. globulosa.*

Phylum B : *Ps. macrocarpa.*

Phylum C : *Ps. Flahaulti, Ps. glauca.*

Intermédiaires : *Ps. macrolepis, Ps. californica, Ps. Guinieri.*

Japon et Formose :

Groupe II. — Phylum D1 : *Ps. Salvadori, Ps. japonica.*

Formose et Chine orientale :

Phylum D2 : *Ps. Wilsoniana, Ps. Gausseni.*

Chine occidentale :

Phylum E : *Ps. sinensis, Ps. Forrestii.*

GENRE *TSUGA*

Leur répartition est moins complexe :

Côte Pacifique américaine et Rocheuses :

Groupe I. — Phylum A : *Ts. crassifolia, Ts. Hookeriana.*
Groupe II (partie). — *Ts. heterophylla, Ts. Jeffreyi.*

Région des grands lacs et Alleghanys :

Groupe II (partie). — *Ts. caroliniana, Ts. canadensis.*

Japon, Formose :

Groupe II. — Phylum C : *Ts. diversifolia, Ts. Sieboldii, Ts. Blaringhemi, Ts. formosana.*

Chine orientale :

Phylum G : *Ts. tchekiangensis.*

Chine centrale et occidentale :

Phylum D : *Ts. Forrestii, Ts. chinensis.*
Phylum E : *Ts. Brunoniana, Ts. yunnanensis.*
Phylum F : *Ts. patens, Ts. calcarea.*

Chine centrale et méridionale :

Groupe IV : *Ts. longibrateata.*

Ce tableau de la classification naturelle des Abiétées montre nettement que les cinq genres présentent de remarquables analogies.

Dans les genres *Abies* et *Picea,* la classification se ramène en gros à quatre grandes sections : la première américaine; la deuxième américano-asiatique; la troisième strictement asiatique; la quatrième européenne ou euro-asiatique. En d'autres termes, il

y a des séries de caractères propres aux formes américaines, d'autres qui ne se trouvent que dans des formes asiatiques, d'autres qui sont spéciales aux espèces européennes. Mais, en outre, certaines séries de caractères peuvent rapprocher d'une part des formes américaines et asiatiques, d'autre part des formes asiatiques et européennes. Et ceci paraît nettement en rapport avec la répartition géographique actuelle et *a fortiori,* ancienne, des deux genres considérés. En effet, les *Abies* et les *Picea* semblent, d'après les renseignements paléobotaniques connus, avoir eu aux temps géologiques, une répartition plus vaste que celle observée actuellement. Ceci permet de penser que des espèces à aires aujourd'hui éloignées ont pu être beaucoup plus voisines aux temps tertiaires. Et leur rapprochement dans les essais de classification naturelle peut ainsi s'expliquer.

Dans les genres *Tsuga* et *Pseudotsuga* la classification ne se ramène plus qu'à deux sections : américaine et asiatique. Il manque donc les sections européenne et américano-asiatique. Donc la classification ressemble en partie à celle des genres *Abies* et *Picea.* En partie aussi, elle en diffère.

Les sous-sections américaines et asiatiques considérées dans les *Tsuga* et les *Pseudotsuga* sont les mêmes que celles distinguées dans les *Abies* et *Picea.* (Ex. : Côte Pacifique américaine et Rocheuses, Californie et Mexique, Japon et Formose). Mais d'autres sous-sections manquent par suite d'un hiatus ou d'une lacune dans la répartition géographique actuelle. Le hiatus s'observe au nord du Pacifique, la lacune concerne l'Europe. Et l'on est amené à se demander si certaines des sous-sections manquantes n'ont pas existé aux temps géologiques. Les paléobotanistes ont signalé l'existence des *Pseudotsuga* et des *Tsuga,* en Europe, au tertiaire et même au quaternaire. Il est regrettable que les renseignements connus ne soient pas plus nombreux et ne permettent pas de pousser plus loin l'analogie entre la répartition des *Abies-Picea* et celle des *Tsuga-Pseudotsuga.*

Enfin, le genre *Keteleeria* est réduit au seul ensemble asiatique et sa classification diffère ainsi nettement des quatre autres. Les paléobotanistes ont signalé l'existence des *Keteleeria,* en Europe, au Tertiaire. Les renseignements fournis sont insuffisants pour être admis sans discussion. Il serait intéressant d'avoir des indications plus nombreuses sur la répartition ancienne des *Ketelee-*

ria et de savoir s'ils ont existé vraiment dans les régions septentrionales, ou s'ils ont toujours en une aire plus méridionale que celle des autres Abiétées.

De l'étude comparée de la classification naturelle des Abiétées on peut conclure que la répartition géographique actuelle explique les grands traits de cette classification.

DEUXIÈME PARTIE

RAPPORTS DES GENRES ET CLASSIFICATION GÉNÉRALE

INTRODUCTION

Dans une première partie, je vais chercher à donner la classification naturelle des genres, en supposant que chaque genre constitue un tout que l'on peut prendre en bloc. Cette étude conduira à un tableau de classification montrant la parenté des genres. Un pareil tableau implique que toutes les espèces d'un genre aient un ancêtre commun. Cette idée est en général adoptée dans les travaux sur les classifications naturelles. Mais il n'est pas sûr qu'elle corresponde à la réalité. L'étude de la classification des espèces dans les genres d'Abiétées, a montré qu'on pouvait grouper les espèces en « phylums ». Mais il paraît plus difficile de réunir ces phylums entre eux. On peut donc se demander, et je ne suis pas la première à le faire, si les genres ne sont pas polyphylétiques.

Une deuxième partie étudiera la question du polyphylétisme des genres et on constatera que si on admet le polyphylétisme on n'est pas nécessairement obligé de détruire la classification des genres, établie dans la première partie. En effet, supposons que dans l'hypothèse monophylétique on ait admis que le genre A donne le genre B qui donne le genre C. Dans l'hypothèse polyphylétique le genre A se décomposera en phylums a_1, a_2, a_3... le genre B en phylums b_1, b_2, b_3... C en c_1, c_2, c_3... Il est parfaitement possible que a_1, donne b_1, qui donne c_1. Que a_2 donne b_2 puis c_2, etc... L'ordre admis dans l'hypothèse monophylétique peut très bien se conserver dans l'hypothèse polyphylétique. Le genre A formé de plusieurs rameaux ne pourrait varier qu'en donnant le genre B quelque soit le rameau considéré.

Il y a donc lieu d'étudier les deux questions séparément comme il vient d'être dit ci-dessus.

CHAPITRE PREMIER

LE MONOPHYLÉTISME DES GENRES

L'étude détaillée des genres *Keteleeria, Pseudotsuga* et *Tsuga* s'ajoutant aux récentes études des genres *Abies* et *Picea,* j'ai été amenée à rechercher les rapports qui existent entre les cinq genres d'Abiétées. J'ai constaté alors la nécessité d'étendre mon étude aux genres qui, avec les Abiétées forment la grande famille des Pinacées. En d'autres termes, pour comprendre la parenté qui existe entre les Abiétées il est impossible de les séparer des autres Pinacées. L'intérêt de l'étude est ainsi accru. D'ailleurs la classification qui fait un groupe séparé des Abiétées l'opposant aux Pinées et aux Laricées, repose sur le seul caractère de la disposition des rameaux. Elle est commode dans la pratique et c'est en raison de cette commodité que j'ai limité au groupe des Abiétées l'étude de la classification naturelle des espèces. Mais quand on étudie la classification naturelle des genres on s'aperçoit vite que la classification pratique en Abiétées, Laricées, Pinées ne correspond pas à la parenté réelle des genres. Autrement dit ce n'est pas une classification naturelle. Elle est seulement pratique. Pour s'en rendre compte il suffit d'étudier un caractère quelconque autre que celui de la ramification. Les rapprochements sont tout différents. On voit par exemple que les *Cedrus* sont voisins des *Abies,* que les *Larix* sont voisins des *Pseudotsuga.* Les auteurs qui ont fondé leur classification sur des caractères tirés des cônes ou de la structure des feuilles etc., ont obtenu d'autres classifications. Et comme le fait remarquer justement Florin il y a presque autant de classifications que de classificateurs.

Je crois avoir obtenu une classification beaucoup plus près de la réalité car elle est vérifiée sur une cinquantaine de caractères et tout autre combinaison ne permet pas une telle vérification.

Avant d'exposer la classification obtenue, il est nécessaire d'indiquer les étapes suivies par les auteurs et ce sera l'occasion de signaler les ressemblances et les différences existant entre les genres.

HISTORIQUE

La classification officielle remonte à Linné, mais ce n'est pas une raison pour ignorer la valeur de certains travaux antérieurs. C'est ainsi que Pitton de Tournefort, dans ses *Institutiones* de 1717, distingue les genres *Abies, Pinus, Larix.* Sa conception est, en cela, plus moderne que celle de Linné.

La classification des Pinacées se réduisait pour Linné (1737) au seul genre *Pinus* qui comportait comme espèces nos genres actuels. Il distinguait des sections d'après la disposition des feuilles. Quand les feuilles étaient disposées par groupes dans la même gaine, c'était la première section qui comprenait les genres *Pinus, Larix* et *Cedrus* actuels. Quand les feuilles étaient solitaires, c'était une seconde section qui comprenait nos genres actuels *Abies, Picea* et *Tsuga.*

Duhamel (1755) distinguait un genre *Abies:* Sapin, dans lequel il réunissait nos *Abies,* nos *Picea* et nos *Tsuga.* Un genre *Larix* réunissait les Mélèzes et les Cèdres. Enfin un genre *Pinus* était distingué. Il faisait donc déjà une distinction en trois groupes qui a été admise par beaucoup d'auteurs.

L'édition de 1825 de l'ouvrage du même auteur, revu par un certain nombre de botanistes, comporte dans l'ordre des Conifères de Jussieu, le genre *Pinus,* le genre *Abies* qui comprenait deux groupes : le groupe à feuilles solitaires ou fasciculées avec nos genres actuels *Cedrus* et *Larix,* et le groupe à feuilles toutes solitaires avec les genres actuels *Abies, Picea, Tsuga.* Cette classification est donc un recul sur celle de Duhamel qui avait fort bien distingué que Cèdres et Mélèzes devaient être séparés des *Abies, Picea* et *Tsuga.*

Adanson (1763) dans ses Familles des plantes adopta les genres de Tournefort.

A.-L. de Jussieu, en 1789, adopte les genres de Linné.

En 1803 paraît le premier volume de l'important ouvrage de Lambert, qui devait avoir de 1828 à 1837, une seconde édition en trois volumes. Dans cette seconde édition, des planches sont consacrées à *Pinus canadensis* (*Tsuga canadensis*) et à *Pinus Douglasii* (*Pseudotsuga Douglasii*).

Plus tard, en 1809, Desfontaines distingue les Conifères qu'il rapproche des Amentacées. Le genre *Abies* comprend nos *Abies*, *Tsuga* et *Picea*. Le genre *Larix* correspond à nos *Larix* et *Cedrus*. Enfin, le genre *Pinus* correspond à nos Pins.

Mirbel (1810) annonce un mémoire sur les Conifères où il compte montrer que les caractères de la végétation ont quelquefois une telle importance qu'ils l'emportent sur ceux de la fructification. Il estime que les feuilles en aigrette des Pins, des Mélèzes et des Cèdres ne sont autre chose que des bourgeons qui n'ont point pris de développement. « D'autre part les véritables feuilles (je veux dire celles dans l'aisselle desquelles naissent les bourgeons) nourries par une sève plus abondante, acquièrent quelquefois sur les branches des vieux Pins, la forme et la consistance qu'elles offrent toujours sur les jeunes tiges; et c'est ainsi que les espèces du genre reprennent, comme par accident, les caractères qui semblent être les plus conformes à leur organisation primitive. »

Tristan (1810) écrivit un mémoire sur le genre *Pinus* de Linné. Il étudie quelles sont les différences des trois groupes distingués par Tournefort : *Pinus*, *Abies*, *Larix*. La différence entre *Larix* et *Abies* au point de vue des feuilles n'est qu'une fausse apparence; les rameaux des Mélèzes et des Cèdres n'étant que des rameaux raccourcis. De même, chez les Pins, la différence n'est pas essentielle. Cependant, en introduisant les caractères des fleurs on peut distinguer un genre *Pinus* et un genre *Abies*, mais il vaut tout autant conserver le genre *Pinus* seul.

La même année, Richard distingue dans les Conifères une section III *Abietinae*. On y trouve un genre *Pinus* qui comprend les espèces *Sylvestris*, *Pinea* et *Strobus*. Le genre *Peuce* qui se distingue à peine du précédent, avec les espèces *Larix*, *Cedrus*, *Rubra*, *Abies* et *Balsamea*.

Link en 1827 distingue les genres *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Cedrus*, *Larix*.

En 1928, Richard considère une famille des Abiétinées avec les genres *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Larix*, *Cedrus*, *Cunninghamia*, *Dammara* et dans une seconde section les *Araucaria*.

En 1841, Link publie un catalogue des Abiétinées du jardin botanique de Berlin qui est resté longtemps classique pour la distinction des genres et des espèces : il distingue dans le groupe des

Abiétinées le genre *Pinus* divisé d'après le nombre de feuilles; le genre *Picea* avec une section *genuinae* et une section *dehiscentes* qui comprend un *Picea canadensis* (= notre *Tsuga canadensis*) et un *Picea Douglasii* (= notre *Pseudotsuga Douglasii*) dont il sépare un *taxifolia* de même répartition géographique. Il distingue ensuite les genres *Abies, Larix* et *Cedrus.*

Spach (1842) considère les genres *Pinus, Abies, Cedrus* et *Larix.*

Loudon (1844), dans son *Arboretum et Fruticetum britannicum,* fait une description très détaillée des Conifères où les Abiétinées à notre sens contiennent plus de trois cents pages. Pour la correspondance avec les genres actuels, notons que le genre *Pinus* correspond aux *Pinus* actuels, le genre *Abies* aux *Picea* actuels et aux *Pseudotsuga* et *Tsuga.* On ne sait pourquoi l'*Abies cephalonica* est placé dans son genre *Abies.* Le genre *Picea* de Loudon correspond à notre genre *Abies.* Le genre *Larix* correspond au genre *Larix* actuel. Le genre *Cedrus* au genre *Cedrus* actuel.

Dans son *Hortus britannicus* de 1850, Loudon classe suivant le système de Linné dans la *Monœcie monadelphie :* les genres *Pinus, Abies, Larix* et *Cedrus.* Le genre *Abies* comporte trois sections : les *Abies* à feuilles plates subdistiques, qui renferment nos *Abies,* notre *Pseudotsuga Douglasii,* nos *Tsuga* et les *Abies* à feuilles éparses, non aplaties, qui comprennent nos Epiceas actuels. Un troisième groupe est douteux, *Larix* et *Cedrus* ont l'acception actuelle.

Endlicher (1847) distinguait une section *Sapinus* dans le genre *Pinus.* Cette section comportait une sous-section *Tsuga* (*Tsuga* actuels); une sous-section *Peucoïdes* (*Pseudotsuga* actuels); une sous-section *Abies* (*Abies* actuels); une sous-section *Picea* (*Picea* actuels); une sous-section *Larix* (*Larix* actuels); une sous-section *Cedrus* (*Cedrus* actuels).

En 1885 parait l'importante étude de Carrière. Il a consacré deux volumes importants aux Conifères et distingue un ordre nommé Abiétinées. Il considère deux sections : celle des Sapinées et celle des Pinées. Cette dernière comporte uniquement nos Pins actuels. Dans les Sapinées se trouvent les genres *Tsuga, Pseudotsuga, Keteleeria, Abies, Picea, Larix, Pseudolarix* et *Cedrus.* Tous ces termes sont pris dans les sens actuels, avec quelques

erreurs provenant d'une documentation insuffisante. Carrière lui-même d'ailleurs, classait ces espèces douteuses sous le nom d'espèces peu connues. Mais on peut dire que c'est avec Carrière que commence la classification actuelle des Abiétinées puisque les genres sont à peu près séparés d'après les critériums actuels.

En 1857, Duchartre, en collaboration avec Carrière et Naudin publie un important manuel général des arbres et arbustes. Dans la tribu des Abiétinées, il fait une section *Tsuga*, dans laquelle il distingue un Sapin *Tsuga* (notre *Tsuga Sieboldii*), sa variété naine (notre *Tsuga diversifolia*), le Sapin de Brown (notre *Tsuga Brunoniana*), le Sapin du Canada (notre *Tsuga canadensis*). Avec bractées saillantes, formant une section *Peucoïdes*, le Sapin de Douglas (notre *Pseudotsuga Douglasii*). Une deuxième section comprend les *Abies*, une troisième le *Picea*, une quatrième le *Larix*, une cinquième le *Cedrus*. Cet ouvrage, contemporain de la première édition du Traité de Conifères de Carrière, en est évidemment fortement inspiré.

Gordon (1858) suit à peu près la même classification que Carrière et distingue le genre *Pseudolarix* qui était connu surtout sous le nom d'*Abies* ou de *Pinus* ou de *Larix*.

Il distingue : l'ordre des *Pinaceae*, la tribu des *Abietineae*, section I : *Abietineae verae* avec les six genres *Pinus* (3 sections : *binae, ternatae, quinae*), *Abies* (2 sections : *Vera* et *Tsuga*), *Picea* (2 sections : *bracteata* et *brevibracteata*), *Larix*, *Pseudolarix*, *Cedrus*.

Dans les *Abies* qui sont nos *Picea* actuels il considère un *Abies Douglasii* dont les bractées ne sont pas réfléchies.

En (1868-69) Parlatore, admet une tribu des *Abietineae* et une sous-tribu des *Pineæ* renfermant : le *subgenus* I : *Pinus* (avec les sections : I. *Pineæ : A. Pinaster, B. Taeda, C. Pseudostrobus;* II. *Cembra*) ; le *subgenus* II : *Sapinus* (avec les sections : I. *Cedrus*, II. *Larix*, III. *Pseudolarix;* IV. *Picea*, V. *Abies*, VI. *Tsuga*).

Peu de temps après parurent les travaux de Van Tieghem. En 1871, il étudie la symétrie de structure, en comparant la racine principale aux radicelles, chez diverses Conifères. Il montre qu'il n'y a aucune relation entre le nombre des faisceaux du pivot et le nombre de cotylédons qui termine la tigelle.

En 1872 il étudie les canaux sécréteurs des plantes, il constate que *Tsuga canadensis* ne possède que des canaux corticaux fo-

liaires et n'a pas de canaux ni dans la racine, ni dans la moelle, ni dans les faisceaux libériens et ligneux à aucun âge du développement. Le Cèdre présente, dans sa période primaire une racine à large canal résineux central. Agée de cinq ans, la racine ne possède pas encore d'autre canal. Dans la tige, il n'y a que les canaux du parenchyme cortical, qui accompagnent les faisceaux vasculaires au moment où ils s'échappent pour entrer dans la feuille.

Abies Pinsapo, Abies balsamea, A. pectinata, Abies Brunoniana (*Tsuga dumosa*) *Pseudolarix Kaempferi* possèdent aussi un canal conjonctif central dans leur racine, tandis que le bois et le liber ne contiennent pas de canaux sécréteurs ni dans la tige ni dans la racine. De grandes cellules à gomme dans le parenchyme cortical de la tige, décrites par Schacht, sous le nom de « cellules *à bassorine* » ont été trouvées dans les *Abies* et *Pseudolarix*. Elles manquent dans *Picea, Tsuga, Pseudotsuga* et *Larix*.

Le Pin, le Mélèze et l'Epicea ont des canaux résinifères dans le bois des faisceaux de la racine et de la tige et dans le parenchyme cortical de la tige.

Koch (1873) distingue un genre *Abies* dans lequel existe un *subgenus Picea* comprenant nos Sapins actuels. Dans le genre *Abies* et le sous-genre *Picea* on trouve l'espèce *Abies Picea,* qui est notre Sapin pectiné. On conçoit qu'une telle classification simplifie les recherches ! Il distingue un deuxième genre *Larix* avec les sous-genres *Eularix* et *Pseudolarix,* un troisième genre *Cedrus,* enfin le genre *Pinus*.

Strasburger 1873 donne une des premières études anatomiques du groupe.

En 1874 parait un mémoire de Bertrand longtemps considéré comme fondamental pour les études anatomiques. Il divise les Conifères en 37 genres et son deuxième groupe comprend les genres *Picea, Larix, Cedrus, Abies* et *Pinus*. Dans le genre *Picea* il réunit *Picea, Pseudotsuga* et *Tsuga* actuels en sous-genres. Il passe en revue d'une façon très détaillée la contribution anatomique des auteurs qui l'ont précédé et je renvoie à son travail qu'il est facile de se procurer. Il résume les divers caractères anatomiques des genres, mais fait quelques erreurs, faute d'avoir étudié toutes les espèces. Ainsi il estime qu'il n'y a pas de sous-épiderme dans la tige jeune des *Tsuga*. J'en ai observé dans certains exemples.

Bertrand a étudié la question de la communication des canaux résinifères de la tige avec les feuilles; ses résultats ont été discutés par Lacassagne en 1934. Après avoir étudié les divers genres et sous-genres Bertrand donne un tableau synoptique résumant les caractères anatomiques qui les différencient. Il sépare *Pseudotsuga* et *Abies* des autres parce qu'ils ont du liège herbacé. Ils n'ont pas de coussinets, etc. *Pseudotsuga* a une nervure simple, *Abies* une nervure bifide.

Pour distinguer les autres genres entre eux, il utilise divers caractères. Citons entre autres, pour *Tsuga :* nervure simple avec un seul canal, épiderme de la tige à papilles. Pour *Picea :* stomates non disposés en bandelettes, plus nombreux à la face supérieure de la feuille; épiderme lisse. Pour *Cedrus :* stomates non en bandelettes, plus nombreux sur la face supérieure, épiderme de la tige à papilles. Pour *Larix :* stomates en deux bandelettes, épiderme à papilles, nervure simple.

Les auteurs deviennent de plus en plus nombreux et je vais me borner à parler des études les plus importantes.

Signalons l'ouvrage d'Engelman sur les Sapins américains 1878.

En 1878, Morlet écrit un petit ouvrage sur les Conifères de petites et grandes dimensions, où il utilise essentiellement l'ouvrage de Carrière.

Dans le *Genera Plantarum* de Bentham et Hooker de 1880, la division est la suivante : Tribu VI : *Abietineae,* genres *Pinus, Cedrus, Picea, Tsuga, Pseudotsuga, Abies, Larix.*

A la même époque, Castelarnau (1883), étudie la constitution optique des membranes à la lumière polarisée qui renseigne sur la structure intime des ponctuations aréolées.

Les belles récoltes de David ont été étudiées par Franchet dans les « *Plantae Davidianae* » publiés en 1884 pour les plantes du Nord et du centre de la Chine. Les espèces sont encore réunies en 3 genres seulement *Pinus, Larix* et *Abies.*

En 1884, Kny décrit des trachéides transversales intermédiaires dans les genres *Pinus* et *Larix.*

L'année suivante, Mahlert signale que les canaux des *Picea* sont pourvus de cellules protectrices à membranes plus épaisses que celles qui limitent le canal. L'auteur voit là un caractère différentiel par rapport aux autres genres.

Les études systématiques sont nombreuses :

Eichler (1887) considère l'ordre des *Pinoideae,* la tribu des *Abietineae* et la famille des *Abietinae.*

Wilkomm dans sa « Forstliche Flora (1887), adopte la classification suivante : famille des Abiétinées où il distingue 39 espèces appartenant aux genres *Picea, Tsuga, Pseudotsuga, Abies, Cedrus, Larix* et *Pinus* au sens actuel que nous donnons à ces termes. Il n'indique pas de classification pour ces genres. Il introduit le premier la division en *Eupicea* et *omorica.*

En 1888, Voss dresse un tableau de la nomenclature en comparant la classification de Linné, celle que l'on trouve dans l'ouvrage de Beissner et celle qui est conforme aux décisions du Congrès de Vienne.

Eichler (1889) a publié le chapitre des Conifères dans le traité classique d'Engler et Prantl. Il considère un groupe des *Pinoideae, Abietineae, Abietinae* comportant les genres *Pinus, Cedrus, Larix, Pseudolarix* et *Picea, Tsuga, Abies.*

La même année Schumann fait une étude anatomique sur les écailles des bourgeons de Conifères. Il étudie *Abies pectinata, Pseudotsuga Douglasii, Picea excelsa* et quatre Pins. Il indique que les écailles sont extrêmement minces chez les Conifères; chez les *Picea* on en trouve jusqu'à 90 et chez *Pinus austriaca* jusqu'à 350. D'excellents dessins montrent l'anatomie de ces organes. Il n'y a en réalité aucune indication relative à *Pseudotsuga Douglasii.*

En 1889 et 1890 Daguillon a publié des recherches anatomiques sur les feuilles de Conifères dans la revue générale de Botanique. Il admet comme classification une famille des Abiétinées où il distingue les genres habituels mais ne parle pas du *Keteleeria.* Il prend dans chaque espèce, des cotylédons, des feuilles primordiales, des feuilles jeunes et des feuilles âgées. Et il étudie la variation.

Masters, en 1890, étudie un certain nombre de questions relatives à l'anatomie et à la biologie des Conifères. Il parle des germinations, signale le nombre de cotylédons, étudie la disposition des feuilles, leur anatomie, en montrant les différences entre les feuilles stériles, fertiles, les écailles, etc. Il étudie aussi les divers autres organes. C'est un travail très complet et très remarquable pour son époque.

Van Tieghem, en 1891, a fait un article très précieux sur les affinités des *Abies* et des genres voisins. Le caractère commun aux *Keteleeria, Abies, Cedrus, Pseudolarix, Hesperopeuce* et *Tsuga* d'avoir un canal central dans la racine ne se retrouve non seulement chez aucune autre Conifère, mais encore nulle part ailleurs parmi les plantes vasculaires... Il convient donc, pour traduire cette affinité, de les réunir en un petit groupe à part, sous le nom soit de Cédrées, soit de myélocèles.

Etudiant le *Keteleeria,* Van Tieghem montre la nécessité de distinguer ce genre aussi bien par l'anatomie des feuilles que par les caractères des écailles du cône.

A propos des *Cedrus,* Van Tieghem remarque qu'ils ressemblent d'une part aux *Abies,* d'autre part aux *Keteleeria,* ce qui, nous le verrons, correspond assez bien à la réalité.

Le *Pseudolarix* est nettement séparé des autres genres et ne peut pas être incorporé au *Larix.*

L'anatomie sépare aussi l'*Hesperopeuce* des *Tsuga,* car les cônes sont trois fois plus grands, les feuilles munies d'une côte médiane et non d'un sillon. Les grains de pollen sont ampullifères et non ovoïdes. Les stomates sont sur les deux faces. Les cellules du mésophylle n'ont pas de replis. Le canal sécréteur est séparé de la méristèle. Les deux ailes vasculaires s'unissent sous le liber, ce qui rapproche les *Hesperopeuce* des *Abies.*

Ayant ainsi recherché les rapports entre les myélocèles, l'auteur réunit en un groupe de Pinées ou épixylocèles, les genres possédant des canaux péricycliques en face de chaque faisceau ligneux de la racine : *Pseudotsuga, Picea, Larix* et *Pinus.*

Nous voyons donc que Van Tieghem avait eu l'idée de plusieurs modifications que j'ai été amenée à admettre et que l'un des premiers, il avait cherché à classer réellement d'après les affinités.

Dangeard (1892) étudie les plantules de Conifères.

Un autre travail fondamental est celui de Masters (1892-93). L'auteur a comparé tous les genres de Taxacées et de Conifères et dressé une classification générale. Dans la tribu IV des *Abietineae,* il distingue une sous-tribu 1 des *Piceae* comprenant *Tsuga* et *Picea,* une sous-tribu 2 des *Lariceae* comprenant *Cedrus, Larix* et *Pseudolarix,* une sous-tribu 3 des *Sapineae* comportant *Keteleeria, Abies* et *Pseudotsuga,* une sous-tribu 4 des *Pineae* comportant le genre *Pinus.*

Il estime que le genre *Tsuga* est très proche parent des *Picea* et signale que LEMMON et VAN TIEGHEM considèrent l'*Hesperopeuke* comme un sous-genre différent.

Dans le genre *Picea,* il admet deux sections avec LINK : les *genuinae* à feuilles tétragonales et à parenchyme uniforme, et les *dehiscentes* à feuilles plus plates à cellules en palissade. C'est ce que WILLKOMM a appelé la section *omorica.*

Il estime que les *Keteleeria* se rapprochent plus des *Abies* que des *Picea* et *Tsuga,* comme le voulait FRANCHET. Il signale que leur germination les rapproche des *Podocarpus.*

Cet auteur a aussi eu l'idée de comparer les répartitions des diverses espèces et de séparer les méridionales des septentrionales.

A la même époque, MOUILLEFERT (1892-98) décrit dans les Abiétinées les genres classiques.

RADAIS (1894) a étudié l'anatomie comparée du fruit des Conifères, en se bornant aux Pinoïdées. Un historique très complet de la question situe les diverses opinions, à l'époque où l'auteur présentait cette thèse. Il distingue 7 genres : *Abies, Cedrus, Tsuga, Pseudotsuga, Larix, Pinus, Pseudolarix* qu'il n'a pu étudier. Au point de vue de l'insertion du cône, il rapproche *Tsuga* et *Larix* qu'il oppose aux autres genres. Il est amené à considérer que *Keteleeria* est bien un genre distinct.

L'appareil sécréteur appendiculaire du cône est très important. Les canaux forment un arc qui est absent chez les *Pinus,* rudimentaire chez *Cedrus,* fournissant deux branches appendiculaires chez *Abies,* des branches plus nombreuses chez *Tsuga,* et assez nombreuses chez *Larix, Picea* et *Pseudotsuga.*

Le sclérenchyme est en longues fibres rondes, fusiformes chez *Cedrus, Abies* et *Keteleeria.* Au sommet des écailles *Abies* et *Cedrus* ont des cellules scléreuses isodiamétriques. Chez *Abies* et *Keteleeria,* il y a des cellules à mucilage.

La bifurcation du faisceau au contact de la graine et de l'écaille est spéciale aux *Abies* et *Cedrus.* Chez les autres genres, ce faisceau s'arrête à la base de la graine.

Pour plusieurs caractères, les *Cedrus* se placent près des *Pinus,* etc.

En résumé, il estime que le genre *Pinus* s'isole de tous les autres, que les genres *Cedrus, Abies* et *Keteleeria* ont d'importants caractères communs. Les points de ressemblance entre les autres

genres ou entre eux et ceux qui viennent d'être cités semblent plus obscurs. Nous verrons que toutes ces opinions sont parfaitement en accord avec le tableau de classification auquel je suis arrivé.

Dans le supplément du traité d'Engler et Prantl, publié en 1897, l'article sur les Pinacées a été traité par Engler. Il distingue de nouvelles espèces de *Pinus, Larix, Picea, Tsuga, Abies* et introduit le genre *Keteleeria*. Il considère dans le genre *Tsuga* deux sous-sections : *Eutsuga* et *Hesperopeuce* et estime qu'il faudrait créer une troisième section *Pseudotsuga*, mais estime qu'il y aurait avantage à en faire un genre séparé.

Dans le supplément de 1900, Engler admet définitivement le genre *Pseudotsuga*.

A la même époque, Worsdell (1897-1898) a étudié l'origine du tissu de transfusion, mais s'est spécialement occupé des *Ginkgo* et Cycadées. Il n'a fait que citer les Pinacées.

En 1898, Sargent publie le tome XII de son monumental ouvrage sur les forêts de l'Amérique du Nord, et à l'occasion de l'étude des espèces américaines, qui sont décrites avec beaucoup de détails, il cite toutes les espèces qui sont connues à son époque.

Kent (1900), dans le « Veitch's Manual of the Conifery », a fait une étude comparée de la morphologie des Conifères. Il indique une liste très complète des nombres de cotylédons. Il étudie les germinations, la tige. Il donne quelques sections de feuilles et notamment de *Tsuga Brunoniana*.

Il distingue une tribu des *Abietineae*, une sous-tribu des *Pineae* avec le genre *Pinus*, une sous-tribu des *Lariceae* avec les genres *Larix, Laricopsis* et *Cedrus*. *Laricopsis* désigne le *Pseudolarix*. Il estime que le terme de *Pseudolarix* ne peut être conservé, car la nature ne fait rien de faux. Il remarque que ces Conifères monotopiques de Chine et du Japon ont des fleurs mâles en ombelle (*Ginkgo, Sciadopitys, Cunninghamia* et *Laricopsis*). Le caractère existe aussi chez le *Keteleeria*.

Une troisième sous-tribu des *Sapineae* comprend les genres : *Picea, Tsuga, Abietia* et *Abies*. Dans le genre *Abietia*, il comprend les *Pseudotsuga* et les *Keteleeria*.

En 1901, Tubeuf étudie les graines et les germinations des arbres forestiers utilisés en Allemagne. Il montre que l'aile reste fortement adhérente à la graine, dans les genres *Abies, Larix*,

Cedrus, Tsuga, Pseudotsuga, ou se détache totalement, avec facilité chez *Picea.* Chez les Pins, elle se détache complètement ou incomplètement.

Signalons, en 1902, un traité pratique des Conifères de Mottet.

Dans le Syllabus der Pflanzenfamilien, Engler (3e édit., 1903), divise la classe des Conifères en deux familles, les *Taxaceae* et les *Pinaceae.* Dans ce dernier groupe, il distingue les *Abietineae* dont il ne donne qu'une division dichotomique considérant les genres *Larix, Cedrus, Pinus, Picea, Tsuga, Pseudotsuga* et *Abies. Keteleeria* est indiqué comme genre peu important.

En 1904, Chauveaud a étudié le double faisceau foliaire chez les *Abies* et *Pinus.* Il estime que la séparation en deux est une modification d'origine secondaire.

L'année suivante paraît un important travail de Jeffrey sur l'anatomie comparée des Pinacées.

Les Pinacées y sont divisées en deux sous-familles : les *Pineae* et les *Abieteae.* La première sous-famille renferme les genres *Pinus, Pseudotsuga, Larix* et *Picea,* l'autre comporte les genres *Abies, Pseudolarix, Cedrus* et *Tsuga.*

Les *Pineae* sont caractérisées par la présence de canaux résinifères nombreux dans le bois secondaire des rameaux stériles et fertiles, et dans la racine. Ces canaux sont, soit verticaux, soit horizontaux. Les canaux existent aussi dans l'écorce de ces divers organes. De plus, les écailles du cône sont persistantes.

Les *Abieteae* sont caractérisées par l'absence presque complète des canaux dans le bois secondaire des rameaux. Ils existent exceptionnellement dans le bois secondaire de l'axe du cône, dans le bois primaire de la racine et dans le premier anneau annuel de bois des rameaux les plus robustes des arbres âgés.

Jeffrey a étudié tout particulièrment les relations entre les blessures et les canaux résinifères. Les blessures provoquent la formation de canaux résinifères là où normalement ils n'existent pas, dans le bois secondaire des rameaux stériles. Les canaux traumatiques se forment par rangées tangentielles, épaisses.

L'auteur admet que l'évolution se traduit par la disparition plus ou moins complète des canaux résinifères dans les tissus corticaux et ligneux. Pour lui, les canaux étaient une protection contre l'infection en cas de blessures. Une grande quantité de résine était élaborée. Une tendance plus économique fut de ne pro-

duire un afflux de résine qu'au moment des blessures. Cette tendance peut être observée parfois dans le genre *Pinus*. Ce processus est devenu la règle chez les *Abieteae*. Les canaux se sont réduits, sont devenus indépendants les uns des autres, sans communications. Leur persistance dans certains organes est un souvenir ancestral.

Jeffrey considère que les ancêtres des Pinacées avaient des canaux anastomosés dans les tissus du bois et de l'écorce. Ces canaux se sont conservés dans quelques genres. Dans les *Abies, Pseudolarix, Cedrus, Tsuga,* ils ont disparu où se sont conservés dans les organes primitifs tels que l'axe du cône. Ils peuvent réapparaître par blessure.

Cette conception de Jeffrey amène à un tableau où les Pins sont les plus primitifs, ce qui correspond à l'ordre que j'ai adopté.

Cedrus, Tsuga, Abies, Pseudolarix dérivent d'ancêtres qui possédaient le caractère du bois de *Pinus*.

Jeffrey constate aussi que les *Abieteae* ont comme caractère commun la localisation de canaux résinifères dans le bois primaire des racines. Dans l'écorce, on trouve de nombreux canaux résinifères chez quelques genres. Ces canaux corticaux manquent dans les *Pseudolarix* et *Tsuga*. Dans ces deux genres les canaux existent seulement dans l'axe du cône et dans le mésophylle des feuilles. En réalité, j'ai constaté la présence de canaux résinifères corticaux dans le ramule des *Tsuga*. Mais ces éléments se forment à la périphérie, dans la zone sous-épidermique, qui s'exfolie très tôt après la formation du liège.

Jeffrey a considéré aussi le tégument de l'ovule. Il est relativement fin chez les *Pineae*, plus épais chez les *Abieteae*.

Ces diverses constatations amènent l'auteur de cette importante étude à conclure qu'il existe deux séries chez les Abiétinées. Le genre *Pinus* est nettement séparé des trois autres genres de sa série par ses feuilles, son cône et son ancienneté géologique.

Picea et *Pseudotsuga* sont très voisins.

Les *Larix* se placent assez près.

Le genre *Abies* possède le plus de caractères primitifs. Le *Pseudolarix* présente un certain degré de parenté par sa structure anatomique, par la caducité de ses écailles, par ses graines à tégument épais. Contrairement à l'opinion de beaucoup d'auteurs, Jeffrey ne place pas le *Pseudolarix* au voisinage des *Larix*, car

la caducité du feuillage ne lui paraît pas être un caractère commun suffisant. Il remarque que les Cèdres à feuilles caduques sont considérés cependant par les mêmes auteurs comme voisins des *Abies*.

Les genres *Abies* et *Pseudolarix* se ressemblent étroitement par leurs cellules à mucilage, qui manquent presque chez *Cedrus* et *Tsuga*.

Les genres *Abies* et *Cedrus* sont voisins. Ils présentent de grandes ressemblances dans leur structure anatomique, la structure de leurs graines. Ils ont tous deux des écailles caduques.

Le genre *Tsuga* est le plus difficile à placer. Il a des écailles persistantes et le tégument de la graine est moins épais que dans les trois autres genres. Enfin, par son canal foliaire unique, il présente quelque ressemblance avec les Cupressinées.

En 1908, Jeffrey a publié une étude intéressante sur la structure des feuilles de Pins fossiles. Les échantillons étudiés datent du Crétacé. Ce travail est remarquablement illustré. L'auteur signale un rameau court portant 24 feuilles spiralées et non verticillées, comme dans les espèces actuelles. Il pense que les canaux résinifères foliaires continuaient ceux du rameau court, comme dans les feuilles primaires des Pins actuels. Dans le *Prepinus statenensis*, il décrit un seul faisceau libéro-ligneux et une trace foliaire indivise à travers l'écorce de l'axe du rameau court. Les diverses figures correspondant aux divers échantillons présentent des dispositions très variées, analogues aux dispositions actuelles. Il y a souvent deux faisceaux libéro-ligneux.

Jeffrey considère que les bractées des rameaux courts du *Prepinus statenensis* ressemblent à celles des *Strobus* et des sections voisines. La feuille diffère des actuelles par ses canaux continus à la base. L'auteur pense que le genre *Pinus* est le plus ancien des Abiétinées et qu'il dérive probablement de *Prepinus*.

Dans son travail de 1917, Jeffrey accentue le caractère isolé du *Pinus* dans les *Pineae*. Les caractères des membranes du canal résinifère dans le bois, l'absence complète de parenchyme ligneux, l'opposent aux *Picea, Larix, Pseudotsuga*.

Il est intéressant de remarquer que Van Tieghem, en 1891, avait déjà présenté la même division des Pinacées, d'après la position du canal résinifère dans la structure primaire de la racine.

— Un seul canal sécréteur axile : Myélocèles ou Cédrées.

Abies, Keteleeria Cedrus, Pseudolarix, Hesperopeuce, Tsuga.

— Un canal péricyclique en face de chaque faisceau ligneux : Epixylocèles ou Pinées.

Pseudotsuga, Picea, Larix, Pinus.

Nous trouvons, dans les travaux de JEFFREY, une étude très poussée de la parenté des divers genres d'Abiétinées. Ces travaux ont été analysés avec soin par FLORIN et par PILGER.

En 1906, TCHYRCH étudie lui aussi les canaux résinifères traumatiques. Il constate que les galles à résine qui se forment dans le bois des Abiétinées, sont des formations lysigènes, produites dans le cambium. Après une blessure, il se constitue un parenchyme de blessure. La résine se forme, et finit par remplir les cellules. Les membranes disparaissent et la galle renferme en son milieu un gros amas de résine.

A côté d'un flux de résine normal, faible, fourni par les cellules sécrétrices normales, il se produit un flux secondaire dans le bois de blessure. Ce bois est anormal, c'est un parenchyme trachéidal formé de cellules isodiamétriques, qui se lignifient et présentent des ponctuations simples. Le passage est progressif de ces cellules aux trachéides normales à la périphérie de la blessure.

En 1907, PENHALLOW considère que la cellule sécrétrice isolée est primitive et que la disposition la plus évoluée se trouve dans le genre *Pinus*. L'opinion de PENHALLOW est l'inverse de celle de JEFFREY. Pour lui, les genres *Taxus, Torreya* et *Dammara* ne peuvent être considérés comme évolués par suite de l'absence de canaux résinifères. Cette absence de canaux est, au contraire, un caractère primitif, la formation des canaux est un progrès phylogénétique. Les cellules isolées sont primitives, elles tendent à se réunir et à former des amas et ces amas s'ajoutent des trachéides parenchymateuses qui permettent une nutrition plus complète des cellules sécrétrices. Au milieu des amas de cellules, il se forme un espace intercellulaire schizogène. Ainsi se constituent les cystes fermés, à cavité centrale, comme on en trouve chez les *Abies*. Le processus évoluant, il se forme de vrais canaux résinifères. Ce développement des canaux est en relation avec la quantité de résine. Les cellules isolées suffisent pour les faibles réserves, les canaux sont nécessaires dans le cas des grandes sécrétions.

PENHALLOW considère donc que les canaux résinifères se développent au cours de l'évolution. J'ai admis l'hypothèse inverse.

Il considère, en outre, que les trachéides transversales sont secondaires et que leur grande abondance correspond à un degré élevé d'évolution. D'où il conclut que les Pins diploxylon qui possèdent ces éléments sont plus évolués que les haploxylon. Sur ce point encore, j'ai admis l'opinion inverse.

En 1907, Bernard étudie le bois centripète Il le considère comme fournissant de bons caractères évolutifs. Très développé chez les Cryptogames vasculaires, il voisine avec le bois centrifuge dans des Ptéridospermées. Il disparaît du tronc mais persiste dans les feuilles chez les *Cycas*. Au sommet des feuilles de Conifères cet auteur trouve du tissu de transfusion très modifié. Il estime que cette région terminale est celle qui, « logiquement, doit avoir conservé le plus longtemps le caractère ancestral ».

Le tissu persiste de la façon la plus caractéristique dans les organes floraux qui, toujours d'après Bernard, ont « ici, comme dans d'autres cas, conservé le type ancien que les autres organes ont déjà perdu ». Cet auteur trouve, en effet, le bois centripète dans les bractées et les écailles des Conifères.

Des deux côtés des faisceaux libéro-ligneux foliaires, se trouve un tissu muni de ponctuations, sur la nature duquel les auteurs n'ont pas été toujours d'accord.

Wormsel estime que du « xylème centripète », qui existe chez les plus primitives des Gymnospermes, aurait donné des cellules munies de ponctuations qu'il appelle « tissu de transfusion ». Chez les Gymnospermes évoluées et, en particulier, dans les feuilles de Conifères, le xylème centripète aurait à peu près disparu et seul serait resté le tissu de transfusion.

Toute une littérature existe sur cette question. On en trouve un long résumé dans la partie historique du travail de Bernard (1904). Pour cet auteur, le tissu de transfusion, dans sa partie intérieure à l'endoderme, n'est autre que du bois centripète modifié.

Certains auteurs ont aussi appelé tissu de transfusion les longues cellules souvent ponctuées situées dans le parenchyme foliaire, latéralement. Elles sont très développées chez les *Cycadées* où elles paraissent avoir un rôle, à la fois conducteur et de soutien, d'où le nom de « hydrostéréome transversal ». Bernard estime qu'on ne peut pas étendre le terme tissu de transfusion à ce tissu. Mais, comme plusieurs auteurs l'ont fait, il estime devoir

abandonner le nom de tissu de transfusion. Il distingue donc à l'intérieur de l'endoderme un bois centripète et à l'extérieur un hydrostéréome.

Chez *Abies cephalonica*, la bractée possède à la base uniquement du bois centrifuge et, quand on s'élève dans la bractée, le bois centripète se développe. Dans l'écaille, le bois centripète est plus typique encore.

On pourrait en conclure que la partie la plus primitive de la bractée est l'extrémité supérieure et que l'écaille conserve plus que la bractée les caractères ancestraux.

Quant à l'hydrosétérome transversal, Bernard n'émet pas d'opinion au sujet des caractères évolutifs qu'il présente chez les Conifères. Il estime qu'il varie selon l'âge et la grandeur des feuilles. On peut cependant estimer que sa présence est un caractère plus primitif que son absence puisqu'il existe chez les Gymnospermes primitives. Cette opinion est celle de beaucoup de paléontologistes qui estiment que la tige aurait été modifiée avant les feuilles et que les extrémités des feuilles, les plus éloignées de la tige, auraient conservé le plus souvent les caractères ancestraux.

Dans le groupe des Abiétées que j'ai étudié ici, seul le genre *Keteleeria* possède un parenchyme transversal muni de ponctuations mais non sclérifié. S'il correspond réellement à l'hydrostéréome, ce serait l'indice d'un caractère primitif dans les feuilles de ce genre. Par ce caractère, *Keteleeria* serait moins évolué que les autres genres du groupe. Nous trouverons d'autres caractères qui, chez le genre *Keteleeria*, rappellent ceux de groupes primitifs comme les Podocarpées et les Cycadées.

Ces études anatomiques sont contemporaines de recherches systématiques importantes.

De 1906 à 1909, Hickel a publié des notes pour servir à la détermination pratique des Abiétinées. Le mot Abiétinées est pris ici dans son sens restreint. Il distingue les caractères tirés des organes de reproduction : cônes latéraux dressés chez *Abies, Keteleeria, Cedrus* et *Larix*, cônes terminaux et pendants chez *Picea, Tsuga, Pseudotsuga*, cônes latéraux pendants chez *Pseudolarix* et latéraux à maturité chez *Pinus*. Ecailles caduques chez *Abies, Cedrus* et *Pseudolarix*, etc. Des caractères sont tirés des organes de végétation : ramification en couronne chez *Abies, Picea, Pseudotsuga, Keteleeria*, deux types de rameaux et de feuilles chez *Larix*,

Cedrus et *Pseudolarix*. La forme et l'insertion des feuilles sont aussi étudiées.

Des tableaux de détermination par les feuilles, ramules et cônes sont fournis. Le genre *Abies* a été étudié d'une façon toute particulière et occupe la plus grande partie du mémoire.

Neger, en 1907, distingue l'ordre des *Pinoideae* et la famille des *Abietaceae*.

Clinton Baker en 1909 a publié un superbe ouvrage de description et d'illustration des Conifères.

La même année, Beissner distingue une classe des Conifères, une famille des Pinacées, une sous-famille des Abietinées renfermant le genre *Tsuga* avec deux sections *Eutsuga* et *Hesperopeuce*, les genres *Pseudotsuga*, *Abies* et *Keteleeria*, *Picea* avec deux sections *Eupicea* et *Omorica*, les genres *Pseudolarix*, *Larix*, *Cedrus* et *Pinus* avec deux sections : *Haploxylon* et *Diploxylon*.

En 1910 parut à Chicago un ouvrage de Coulter et Chamberlain, sur la morphologie des Gymnospermes, qui est rapidement devenu classique. Les questions relatives à la morphologie de tous les organes, et en particulier à l'appareil reproducteur, sont traitées avec beaucoup de soin. Les auteurs ont cherché à établir la phylogénie de l'ensemble des Gymnospermes, et étudient comment les divers organes peuvent fournir des indications à ce sujet.

La même année, Vierhapper distingue trois familles dans les *Abietaceae*. La troisième, les *Abietoideae* comprend ce que Pilger et Florin appellent *Pinaceae*. Cette famille est divisée en deux tribus : les *Sapineae* et les *Pinae* d'après la présence de rameaux courts et rameaux longs.

La tribu des *Sapineae* est divisée en deux sous-tribus : Les *Abietineae* et les *Laricineae*.

Les *Abietineae* sont caractérisées par leurs rameaux longs et contiennent : *Keteleeria*, *Abies*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Picea*. Les *Laricineae* comprennent : *Pseudolarix*, *Cedrus*, *Larix* ayant à la fois des rameaux longs et des courts.

Cette classification diffère de celles de Jeffrey et de Van Tieghem. La seule ressemblance est que les genres *Abies*, *Keteleeria*, *Tsuga* d'un côté, *Cedrus*, *Pseudolarix* de l'autre sont indiqués comme proche parents.

En 1910, les tracheides transversales ont été étudiées par Thomson. Cet auteur pense que les trachéides transversales

proviennent de celles du bois, que ce sont des formations de transition dans la racine. Dans le voisinage de la moelle, des trachéides transversales réunissent verticalement deux rayons médulaires. Pour le même auteur, les trachéides transversales ont d'abord été longitudinales car on trouve souvent de petits épaisissements dans le sens longitudinal.

La même année, Jepson publie un gros ouvrage sur les arbres de Californie. Chaque espèce est décrite et sa répartition étudiée en détail. De beaux dessins représentent certaines de ces espèces.

En 1911, Hickel a publié un travail très intéressant sur les graines et plantules des Conifères. Comme dans les autres travaux de cet auteur, il n'est question que de ce qu'il a vu lui-même. Aussi ces travaux ont-ils toujours une grande valeur. Un tableau permet la détermination des graines, telles qu'elles sortent des cônes, un autre, la détermination des graines du commerce. Pour le groupe qui nous occupe ont été étudiées : *Pinus* 44 espèces, *Cedrus* 4, *Pseudolarix* 1, *Larix* 3, *Picea* 11, *Tsuga* 3, *Pseudotsuga* 3, *Keteleeria* 2, *Abies* 23.

Les plantules sont aussi passées en revue. Le caractère hypogé des cotylédons du *Keteleeria* et d'une partie des Taxacées a été étudié. Le maximum de divergence entre les feuilles primaires et les feuilles adultes, est réalisé chz les *Pinus*. L'auteur a décrit et dessiné les plantules de 39 espèces de *Pinus*, 3 de *Cedrus*, 1 de *Pseudolarix*, 2 de *Larix*, 9 de *Picea*, 2 de *Tsuga*, 1 de *Pseudotsuga*, 2 de *Keteleeria*, 19 d'*Abies*.

A la même époque, Lotsy distingue 4 groupes d'après le schéma suivant :

A. Rameaux longs seuls :

a) feuilles sur des coussinets : *Piceae : Picea, Tsuga.*

b) feuilles sans coussinets: *Sapineae: Keteleeria, Pseudotsuga, Abies.*

B. Rameaux longs et courts :

a) feuilles en buissons nombreux : *Lariceae : Cedrus, Larix, Pseudolarix.*

b) feuilles en faisceaux, 5 au maximum : *Pineae : Pinus.*

Les groupes *Piceae* et *Sapineae* correspondent à la tribu des *Sapineae* de Vierhapper.

Lotsy conteste la possibilité d'utiliser l'anatomie seule comme base phylogénique. Il estime que la division en Florales et Inflorescenciales est d'une importance phylogenétique certaine. Il donne un tableau où le groupe des *Abietineae* paraît un des plus évolués. Il donne un ancêtre commun à ses quatre sous-tribus qu'il fait dériver des *Sciadopitys*. Les *Pineae* sont considérées comme les plus évoluées.

Wettstein (1911) dans son traité de Botanique systématique étudie les divers organes des Conifères. Sa troisième famille, des *Abietaceae* contient une sous-famille des *Abieteae* comportant les genres *Abies, Pseudotsuga, Tsuga, Picea, Pseudolarix, Larix, Cedrus* et *Pinus*.

Patschke (1913) donne une classification du genre *Picea*. Il admet deux sections séparées par les caractères de la feuille. Dans les *Eupicea* les cônes mûrs ou mûrissant sont pendants. Chez les *Omorica* les cônes supérieurs mûrissant sont horizontaux.

Il est particulièrement important de considérer la forme des écailles, la grandeur et la forme des cônes, des bractées, la forme de la section, la forme des bords.

Dans le groupe des Alcokianées, à écailles rhombiques les feuilles sont quadrangulaires. Dans le groupe des Morindées à bord de l'écaille arrondi, beaucoup d'espèces ont les feuilles plus plates. *Purpurea, alcokiana, montigena* ont une grande ressemblance avec *morindoïdes* (= *spinulosa*), *pachyclada* (= *brachytyla*), *ascendens*.

D'après Patchke, le genre *Pseudotsuga* est pour les cônes et les écailles plus voisin des *Picea* que de n'importe quel autre genre. Il a avec lui les cônes pendants, les écailles persistantes, caractères qu'il partage avec *Tsuga*. D'après cet auteur *Tsuga* et *Pseudotsuga* diffèrent profondément par le port, par la morphologie et l'anatomie des feuilles. A ce dernier point de vue c'est des *Abies* que les *Pseudotsuga* seraient le plus près.

La même année, Saxton considère la famille des *Pinaceae* et la sous-famille des *Abietoideae*.

Une étude originale est celle publiée en 1913 par Tison. Pour lui, la ramification dichotomique représente le plus ancien mode de ramification des nervures foliaires. Il la retrouve dans l'écaille de *Cedrus libani* où la nervation rappelle beaucoup celle du *Ginkgo*. Elle provient de deux faisceaux inférieurs qui se divisent

dans l'écaille. Chez les autres *Abietinées,* les faisceaux pénètrent en plus grand nombre. Chez *Pseudotsuga Douglasii* ils sont d'abord 6 ou 7, se bifurquent dès la base et s'étalent. Chez *A. Pinsapo* le dessin de cet auteur montre six faisceaux qui se dichotomisent dès la base. La disposition est intermédiaire entre celles du Cèdre et du *Pseudotsuga.*

Chez *Larix europea* la disposition rappelle celle du *Pseudotsuga,* mais à la base, il y a plus d'une douzaine de faisceaux, avec dichotomie dès la base.

Chez *Ts. Sieboldii,* le dessin montre 8 faisceaux qui se bifurquent dès la base.

Chez *Pinus Laricio,* on trouve 7 ou 8 faisceaux avec deux nervures plus grosses que les autres. La dichotomie ne se produit qu'à la base, les nervures ont une tendance à être parallèles.

Un nouveau travail de Thomson paraît en 1914. Dans son étude des rameaux nains des Pins il arrive à la conclusion que les feuilles des rameaux de Pin avaient à l'origine une disposition spiralée, sur des rameaux allongés normaux, et que les rameaux nains avec leurs feuilles fasciculées représentent un stade dérivé. Il croit trouver des arguments en faveur de cette hypothèse dans la disposition des feuilles primordiales, des feuilles de rameaux adultes traumatisés, etc.

Pour cet auteur, le rameau nain de *Ginkgo,* dont les fonctions peuvent être à la fois végétatives et reproductrices représente le type le plus primitif chez les formes actuelles à rameaux nains.

L'auteur admet enfin que le rameau nain des *Pinus* actuels est une branche spécialisée parce que limitée dans son accroissement. Il réfute l'opinion de Jeffrey, pour qui le genre *Pinus* indique un stade primitif.

J'ai repris cette question des rameaux nains (1936) et j'ai admis, avec Jeffrey que les rameaux nains sont plus primitifs que les rameaux longs à écailles spiralées, et que le genre *Pinus* réalise le type le plus primitif chez les Pinacées actuelles.

La même année Shaw montre que chez les *Pinus,* les canaux peuvent être externes, internes, médians ou septaux (touchant à la fois l'endoderme et le sous-épiderme et formant ainsi une cloison).

Chez les *Haploxylon* que je considère comme les plus évolués, les canaux sont externes dans toute la sous-section *Paracembra,*

dans la section des *Strobus* avec quelquefois des médians. Le caractère est variable chez les *cembra* et les *flexiles*.

Chez les *Diploxylon*, que je considère comme plus primitifs, on trouve les canaux internes dans le nouveau monde, exceptionnellement dans l'ancien monde, les médians se trouvent dans les deux hémisphères, les externes dans le vieux monde (plus deux américains), les septaux dans quelques espèces méridionales. L'auteur constate que les canaux internes et septaux sont confinés dans les espèces des pays tempérés chauds et tropicaux.

Nous rejoignons ici l'idée signalée par Gaussen que les *Diploxylon* sont en général plus méridionaux et qu'ils ont conservé le climat primitif. Les *Haploxylon* plus septentrionaux, ont eu à s'adapter à de nouveaux climats et sont donc plus évolués.

Cette étude des Pins nous amène donc à considérer que les canaux marginaux sont plus évolués que les canaux centraux et que les faisceaux soudés sont plus évolués que les faisceaux séparés.

D'autres raisons nous amènent à admettre ce sens d'évolution: Pour la position des canaux, il arrive souvent chez ces *Abies* que les canaux sont centraux dans les feuilles de rameaux fertiles, et marginaux dans les feuilles de rameaux stériles. Comme les feuilles fertiles semblent représenter le type primitif nous avons une confirmation de ce qui est dit plus haut.

Pour la position des faisceaux il y a beaucoup de raisons de croire que les genres *Pseudotsuga, Tsuga, Larix* sont des genres évolués. Or ils ont les faisceaux soudés.

Dans le genre *Keteleeria,* l'espèce réellement méridionale *K. Roulletii* a les faisceaux nettement séparés. Les espèces septentrionales ont les faisceaux soudés.

Holden en 1915, estime que l'épiderme n'a pas d'importance phylogénétique.

L. W. Durrell (1916) étudie et figure la structure anatomique de la feuille, chez quelques Conifères : *Larix, Picea, Abies, Tsuga, Pseudotsuga, Taxus, Taxodium, Tumion* et *Séquoia.* Il insiste sur la constance des caractères anatomiques de chaque espèce, quelle que soit l'origine géographique des échantillons étudiés. Il donne pour chaque genre un tableau de détermination. Ce travail est accompagné de dessins remarquablement précis.

En 1918 Kirstein utilise le sérodiagnostic dans la recherche de la parenté entre les Gymnospermes.

Un travail fondamental est celui dans lequel Doyle (1918-1926) a discuté la parenté des genres d'une façon assez complète. Il montre particulièrement la parenté étroite de *Larix* et *Pseudotsuga*. En dehors de la grande ressemblance dans l'anatomie du bois (cf. Penhallow, 1904, Jeffrey, 1905) il trouve les arguments suivants :

1° Pollen sans vésicules aérifères.

2° Grande cavité dans l'apex du microsporophylle dans le cône mûr et le bourgeon.

3° Transition graduelle dans le cône femelle depuis des feuilles végétatives à la base jusqu'à des bractées typiques.

4° Développement particulier du tube mycropylaire pour recevoir le pollen.

5° Grande ressemblance de la structure du gametophyte femelle dans les deux genres.

Dans son dernier travail (1926) Doyle fait quelques restrictions aux caractères indiqués : Bien que les ovules de *Larix* et *Pseudotsuga* ne soient pas aussi semblables qu'on l'avait cru, c'est un caractère de peu d'importance, qui ne doit pas faire reculer d'un pas dans l'idée que *Larix* et *Pseudotsuga* sont les deux genres les plus voisins qu'il y ait dans toutes les *Abietineae*. Le seul caractère différentiel est dans le port. Pollen, ovule, gametophyte femelle, bois secondaire, prouvent cette ressemblance.

Au point de vue du développement de l'embryon et de la polyembryonie, Buchholz (1920) pense que chez les Pinacées et particulièrement chez *Pinus* se trouve le processus le plus primitif. La polyembryonie par division du proembryon qui se produit chez le *Pinus* est considérée comme un caractère primitif. L'évolution se ferait par l'élimination de ce caractère et le retour à la polyembryonie simple.

La formation du proembryon est la même dans toute la famille des Pinacées avec les quatre cellules terminales.

Quand la division qui est complète chez le *Pinus*, cesse chez *Picea* il faut considérer qu'il y a fusion des embryons.

Buchholz donne des dessins représentant la disposition des proembryons chez les genres *Pinus, Cedrus, Tsuga, Abies, Picea, Larix, Pseudotsuga*. J'ai tenu compte des résultats de ces obser-

vations dans le tableau phylétique qui termine ce chapitre. L'auteur considère que le genre *Pinus* est le plus primitif et que *Larix* et *Pseudotsuga* sont les plus évolués.

Feustel (1921) a consacré un important mémoire à l'anatomie et la biologie des feuilles de Gymnospermes. Chez les *Pinaceae*, il distingue le groupe des *Abietineae* avec les genres classiques, sauf *Keteleeria* et *Pseudotsuga* dont il fait une section des *Tsuga*. Il étudie en détail les feuilles de Pin, leur épiderme, leurs stomates, leur sous-épiderme, leur tissu assimilateur, les appareils sécréteurs et conducteurs.

Silva Tarouca et Schneider (1923) dans leur bel ouvrage sur les Conifères de pleine terre admettent une famille des *Abietaceae*, comportant une sous-famille des *Abietoïdeae*. Le groupe A des *Sapineae*, comporte le sous-groupe *a*) des *Abietinae*, comprenant les genres *Keteleeria, Abies, Tsuga, Pseudotsuga, Picea*. Un second sous-groupe *b*) des *Laricinae* comprend *Pseudolarix, Larix* et *Cedrus*.

Un groupe B des *Pineae* comprend le genre *Pinus*.

Divers auteurs ont collaboré à cet ouvrage, Rehder a écrit un chapitre sur les Conifères d'Amérique du Nord. Wilson a étudié les Conifères de Chine.

En 1924, E. C. Jeffrey étudie l'évolution des canaux résinifères dans les Conifères. Il considère que l'évolution se traduit par une réduction des canaux. Les Pins fossiles et actuels sont les plus primitifs car les canaux forment un système continu dans le bois et l'écorce. De plus ces canaux sont les uns verticaux, les autres horizontaux. Dans les *Abies* et les *Tsuga*, que l'auteur considère comme les plus évolués, les canaux manquent dans le bois. Mais ils apparaissent par blessure. Et le genre *Cedrus* dans lequel les canaux traumatiques peuvent être verticaux ou horizontaux est le plus voisin des Pins. Dans les autres genres les blessures ne font apparaître que des canaux verticaux. Cet argument en faveur du caractère primitif des Cèdres me paraît intéressant à retenir. Il est renforcé par la grande ancienneté géologique des Cèdres. Ceux-ci ont existé en France, en Angleterre et dans les formations de Potomac bien avant les genres *Abies, Tsuga* et *Pseudolarix*.

Un autre fait intéressant, signalé par l'auteur, est la découverte d'un bois fossile présentant les deux types de canaux : verticaux et horizontaux.

D'autre part, JEFFREY considère comme primitives les trachéides transversales des rayons médulaires, que l'on trouve dans les Pins actuels et qui manquent dans les genres évolués, où elles peuvent apparaître par blessure.

Le même auteur JEFFREY étudie l'évolution du parenchyme ligneux lorsqu'on passe des bois fossiles les plus anciens aux bois actuels. Ces Gymnospermes paléozoïques étaient dépourvues de parenchyme ligneux. De même, les premières Conifères mésosoïques connues en étaient dépourvues. Cet élément apparaît au Jurassique. Il se forme à la fin du bois d'été, à partir de trachéides. Dans le bois de la racine des *Picea* et *Pseudotsuga* actuels, on peut observer les stades intermédiaires entre les trachéides et les cellules parenchymateuses.

Dans les Conifères évoluées *Larix, Abies* et *Tsuga* et dans les Dicotylédones, ces transitions n'existent pas, mais peuvent apparaître à la suite de blessures. On a alors, comme pour les canaux résinifères, un retour à des conditions ancestrales.

L'auteur remarque que le parenchyme ligneux a apparu en même temps que la différenciation des anneaux annuels de bois. Ces derniers manquaient dans les formes paléozoïques. Il met donc ces transformations en relation avec un refroidissement du globe, à partir du Secondaire.

Durant l'année 1924 signalons trois classifications :

HUTCHINSON utilise trois divisions comme VIERHAPPER, comportant les mêmes genres. Mais il les appelle : *Picineae, Laricineae, Pinineae.*

D'après lui, le développement de l'embryon justifierait aussi le rapprochement *Abies* et *Pseudotsuga. Abies* serait plus primitif que *Pinus.*

ENGLER considère la famille des *Pinaceae,* la tribu de *Abieteae.*

WETTSTEIN divise le groupe des *Abieteae* en deux sous groupes: l'un à rameaux longs : *Abies, Pseudotsuga, Tsuga, Picea, Keteleeria,* l'autre à rameaux courts : *Pseudolarix, Larix, Cedrus, Pinus.*

En 1926, PILGER divise les *Pinaceae* en 2 sous-familles : les *Abietoideae* (qui correspondent aux *Abietaceae, Abietoideae, Sapineae* de VIERHAPPER) et les *Pinoideae.* Les caractères différentiels sont : rameaux longs ou bien longs et courts et dans ce cas

nombreuses feuilles en faisceau; fleurs mâles isolées ou rarement accumulées en inflorescences.

La deuxième sous-famille des *Pinoideae* renferme le seul genre *Pinus*. Ce genre prend ici un caractère d'isolement qu'il n'avait pas ailleurs.

Ce traité de Pilger est un ouvrage fondamental pour l'étude morphologique et anatomique des Pinacées. On y trouve une mise au point de l'étude comparée des genres organe par organe. Dans chaque organe les divers tissus et éléments sont considérés. Certains des renseignements fournis pour les genres *Pinus, Cedrus, Larix* et *Pseudolarix,* ont été utilisés dans les tableaux ci-dessous.

Dans leur travail sur les canaux résinifères (1926), Thomson et Sifton estiment que l'absence de canal résinifère dans le bois primaire de la racine est primitive. Ils admettent que les Conifères les plus évoluées sont les plus sensibles aux traumatismes.

La même année, Studt, a fait un important travail sur la répartition actuelle et passée des Conifères et sur son histoire. Dans la famille des *Pinaceae,* il distingue la sous-famille des *Abietoideae* avec les neuf genres habituels et la sous-famille des Pinoideae qui renferme le genre *Pinus*. Il insiste sur les caractères de disjonction des divers groupes et, parlant des fossiles, montre que beaucoup d'espèces qui aujourd'hui sont en Amérique et Asie orientale, étaient aussi en Europe, au Tertiaire.

Toutes les espèces de chaque genre sont étudiées au point de vue géographique. Il divise les *Abies* en *marginales* et *centrales,* les *Tsuga* en *Eutsuga* et *Hesperopeuce,* les *Picea* en *Eupicea* et *Omorica,* les *Pinus* en 13 sections correspondant à celles de Pilger.

La mise au point de nos connaissances sur les documents fossiles est particulièrement intéressante.

Voici quels sont, pour les divers genres, les nombres de fossiles connus et l'étage géologique correspondant au plus ancien document.

Pinus : Plus de cent espèces à partir du Jurassique supérieur de Boulogne. De nombreux restes appartenant peut être au genre *Pinus* sont connus depuis le Rhétien;

Cedrus : Neuf espèces, depuis le Crétacé inférieur de Belgique;

Larix : Six espèces, depuis le Miocène français et de Silésie.

Pseudolarix : Un fossile du Pliocène du Limburg hollandais;

Picea : Douze fossiles depuis le Crétacé supérieur de Bohême.

Dans le genre *Picea*, il signale les nombreux *Piceoxylon* dont le bois est voisin des *Picea* et des *Larix;*

Tsuga : Deux fossiles, depuis le Miocène de Rhénanie;

Pseudotsuga : Six fossiles, depuis le Miocène de Silésie;

Abies : Quatre espèces, la plus ancienne du Tertiaire;

Keteleeria : Un fossile du Pliocène allemand.

On a créé un groupe de Protoabiétinées pour une série de fossiles de position indéterminée, mais qui paraissent se rattacher aux Abiétinées et dont les plus anciens sont connus du Lias d'Angleterre.

Hanes (1927) a étudié les canaux résinifères dans les plantules des Conifères. Il remarque que beaucoup d'auteurs attachent beaucoup d'importance phylogénique à la structure et à la distribution des canaux résinifères. Il n'est pas aussi affirmatif en étudiant le premier canal résinifère. Il confirme les opinions de Van Tieghem et Jeffrey, fondées sur la position des canaux.

En étudiant l'extension des canaux qui viennent du pôle de la racine, il montre que les Pins ont de grandes variations. Chez certains, ces canaux arrivent jusqu'au milieu des cotylédons (*P. insignis*), chez d'autres jusqu'à la base (*P. sylvestris*), chez d'autres ils arrivent seulement à la partie supérieure de l'hypocotyle. Chez *Larix*, *Picea* et *Pseudotsuga*, ils atteignent seulement la partie inférieure de l'hypocotyle.

Chez les autres genres, les conditions sont différentes puisqu'il y a un canal central dans la racine. Au sujet des cotylédons, l'auteur a étudié plusieurs *Abies* où les canaux cotylédonaires ne dépassent pas le nœud d'insertion vers l'axe hypocotyle. Chez *A. pectinata*, il n'y a pas de canaux résinifères dans les cotylédons. Chez les *Cedrus*, les canaux sont soit dans la partie supérieure du cotylédon, soit dans la moitié inférieure soit absents. Chez *Pseudolarix*, les canaux situés dans les cônes, s'étendent jusqu'à la base des cotylédons. Chez *Tsuga*, il n'y a pas de canaux dans les cotylédons.

Ziegenspeck, en 1929, a étudié les feuilles des Conifères lors de leur germination et à l'état adulte et en déduit des considérations phylogénétiques. Il considère que le *Keteleeria* est particulièrement primitif par son nombre réduit de cotylédons. Il étudie la disposition des feuilles et leur dorsiventralité par rapport à la lumière. Il estime, que le Cèdre présente un résumé de l'évolution

du groupe et le considère comme plus primitif que le Pin. L'Epicéa et le *Pseudolarix* seraient, pour lui, des types évolués. Dans mon étude sur l'évolution du rameau des Pinacées, je n'ai pas étudié cet aspect de la question. Il ne me semble pas que l'auteur apporte des arguments incompatibles avec ma façon de voir. Cette question mérite de nouvelles études.

Une opinion intéressante à signaler est celle émise par Mattfeld (1930), sur les différences entre les feuilles d'ombre et de lumière chez *Abies*. Pour cet auteur, c'est vraisemblablement une hétérophyllie constitutionnelle, le type dépend de l'âge de l'arbre et de la place du rameau et non de l'ombre ou de la lumière.

En 1930, Hickel publie un article sur les Conifères d'Indochine, et montre leurs relations avec le groupe de la Chine méridionale et de Formose, avec le groupe Indien et celui des Philippines.

Stam (1931) a déterminé des constantes relatives à la proportion de longueur des trachéides en contact avec les rayons médullaires. Cela nous intéresse peu, mais il est curieux de constater que les nombres qu'il trouve pour les divers genres sont parfaitement compatibles avec le tableau phylogénique que j'ai adopté. Les nombres élevés se trouvent pour les genres que je considère comme évolués, et les nombres faibles sont dans le genre *Pinus*. L'auteur a étudié cinq espèces d'*Abies* qui ont donné, comme moyenne 196, trois espèces de *Larix* qui ont donné 222, trois espèces de *Picea* qui ont donné 191, deux espèces de *Tsuga* qui ont donné 168, huit espèces de *Pinus* qui donnent comme moyenne 141.

En 1931, Florin publie un important mémoire. Il se demande quelle lumière peut apporter à l'étude des Pinacées son travail sur les caractères épidermiques. En première ligne la structure de l'appareil stomatifère des feuilles adultes paraît pouvoir donner des renseignements précieux.

Un groupe de genres est caractérisé par un appareil stomatique monocyclique. Ce sont *Larix, Pinus, Pseudolarix, Pseudotsuga.*

Un deuxième groupe contient des genres à appareil amphycyclique : *Abies, Cedrus, Keteleeria, Picea Tsuga.*

Ces deux groupes sont très séparés par la structure épidermique.

Le genre *Pinus* prend une position spéciale chez lui, il n'y a

pas de bandes stomatifères typiques. Les stomates sont en rangées isolées.

A ce point de vue Buchholz (1920) montre que le développement des embryons et l'anatomie du bois séparent aussi le genre *Pinus*.

Le second groupe montre chez *Larix*, *Pseudolarix* et *Pseudotsuga* une structure très semblable. *Pseudolarix* et *Pseudotsuga* sont caractérisés par leurs feuilles hypostomatiques, tandis que chez *Larix* on trouve aussi des feuilles amphistomatiques. On ne trouve dans aucun de ces genres des dents véritables.

Notons les renseignements recueillis par Florin sur les deux groupes qu'il a étudiés.

Premier groupe.

Les auteurs cités ci-dessus ont montré souvent la parenté des *Larix*, *Pseudolarix* et *Pseudotsuga*.

Jeffrey et Van Tieghem mettent *Pseudotsuga* et *Larix* dans la même famille.

Vierhapper met *Larix* et *Pseudolarix* dans la même famille. De même Lotsy.

Bien que Florin ne veuille pas systématiquement admettre avec Doyle que la ramification n'a pas d'importance, il n'a rien à dire d'après la structure épidermique, contre l'idée d'une parenté étroite entre ces deux genres.

Mais, d'autre part, à cause de la grande analogie de ramification, de la structure épidermique et de celle des feuilles, il ne peut pas admettre de placer *Pseudolarix* loin des *Larix* (cf. Patchke, 1913). Les conditions des canaux résinifères et les grains de pollen à vésicules rapprocheraient les *Pseudolarix* des *Abies*. Mais les autres caractères les rapprochent plutôt des *Larix*. *Pseudolarix* paraît ainsi un genre qui réunit les caractères de divers groupes de genres. Ce qui est, en fait, aussi valable pour *Pseudotsuga* (cf. Lotsy, 1911).

L'absence de parenté rapprochée entre *Pseudotsuga* et *Tsuga* apparaît aussi si on considère le gamétophyte (Lowson, 1909) et l'embryologie (Buchholz, 1929).

Deuxième groupe.

Il est caractérisé par ses appareils stomatiques amphicycliques; il présente avec *Cedrus* un cas particulier à cause de ses rameaux longs et courts. Dans les classifications ci-dessus, *Cedrus* est placé de différentes façons suivant le caractère utilisé. Tantôt il est mis

avec les *Larix*, tantôt, comme l'ont fait Van Tieghem et Jeffrey, il est au voisinage des *Abies*.

Dans la structure du système des bourgeons, ce genre rappellerait le genre *Pinus* car il possède des rameaux longs et des rameaux courts.

D'après Jeffrey, les canaux résinifères traumatiques se placent, chez le *Cedrus*, verticalement et horizontalement, ce qui indiquerait une parenté avec *Pinus* (cf. Chrysler, 1915).

Dans l'embryologie, ces deux genres présentent une grande ressemblance (Buchholz, 1920-1929).

D'autre part, les cônes femelles de *Cedrus* ressemblent beaucoup à ceux d'*Abies*. Jeffrey insiste sur cette ressemblance comme nous l'avons vu.

Chrysler (1915), a étudié les rayons du bois ou médullaires (cf. Jeffrey, 1917, et Eams et Mac Daniels, 1925) et a trouvé que cette structure indique que *Cedrus* est intermédiaire entre *Pinus* et *Abies*. Ceci correspond ainsi avec les études de Florin sur l'épiderme. La division des cellules rappelle celle des *Pinus*, la structure de l'appareil est plus voisine de celle des *Pinus*, que celle des *Abies*. Les deux appareils sont amphicycliques. Mais, alors que chez les *Abies* ils sont complètement amphicycliques, les cellules polaires de la couronne peuvent manquer souvent chez les *Cedrus*.

Parmi les autres genres, *Abies*, *Keteleeria* et *Picea* se rapprochent bien par leur structure épidermique. La répartition des appareils stomatiques présente bien, surtout chez *Abies* et *Picea*, une certaine variabilité. Quelques espèces d'*Abies*, à l'inverse du reste du genre, de *Keteleeria* et *Picea*, présentent des membranes radiales droits dans les cellules épidermiques. L'appareil stomatifère est amphicyclique chez les trois genres, et normalement complet avec des cellules compagnes.

L'analogie se poursuit dans la structure de l'appareil stomatifère. Les membranes externes des cellules compagnes et des cellules de la couronne sont fortement lignifiées, mais faiblement cutinisées. A ce point de vue, *Keteleeria* et *Picea* sont plus voisins qu'ils ne le sont d'*Abies*. Chez ce dernier, les appareils sont plus complexes et plus variables que chez les deux autres.

Si nous considérons les opinions des auteurs, nous voyons que tous ceux qui ont parlé de *Keteleeria* l'ont placé en étroite parenté avec *Abies*. Les cônes de *Keteleeria* sont voisins de ceux d'*Abies*, d'après Patschke (1913). Cependant, dans la structure des fleurs

mâles il y a une différence nette. Ici *Keteleeria* se rapproche de *Pseudolarix*. Morphologiquement et anatomiquement les feuilles de *Keteleeria* ressemblent beaucoup à celles des *Abies*, bien qu'on puisse trouver quelques différences (Van Tieghem, 1891).

Par contre, la position de *Picea* est très discutée. D'après des caractères anatomiques, surtout ceux des canaux résinifères, Van Tieghem et Jeffrey, le placent à côté de *Pseudotsuga, Larix* et *Pinus*, Vierhapper le place à côté des *Abietineae* et non dans les *Laricineae*. Lotsy considère un groupe spécial des *Piceae* où il met *Picea* et *Tsuga*, qu'il sépare de *Pseudostuga, Keteleeria* et *Abies* par le coussinet. Pilger le met à côté de *Tsuga*. Il est visible que *Picea* est un genre qui réunit des caractères de plusieurs groupes.

Tsuga ne se distingue pas d'une façon considérable des *Picea*. Les cellules épidermiques sont plates. Chez les *Eutsuga*, il faut remarquer la tendance à la suppression de la division des cellules mères des cellules compagnes en cellules compagnes et cellules de la couronne. Le type monocyclique n'est pas rare. Les cellules polaires de couronne manquent souvent.

La section *Hesperopeuce* ne s'éloigne guère des *Eutsuga*. Chez elle, les appareils stomatiques sont toujours amphicycliques, la membrane externe des cellules compagnes est différente de chez *Eutsuga*. Car il y a une cutinisation plus forte, mais une lignification plus faible.

Dans l'anatomie, *Tsuga* se différencie surtout par la présence d'un canal médian dorsal et par l'absence de cellules sclérifiées dans le faisceau libéro-ligneux ((Patschke, 1913).

Morphologiquement les feuilles sont caractérisées par leur court pétiole genouillé (Patschke).

Dans la disposition normale des canaux résinifères, on voit une ressemblance avec *Pseudolarix* (Jeffrey, 1905, et Van Tieghem, 1891).

Chez *Tsuga, Cedrus, Pseudolarix, Abies*, les canaux résinifères du bois apparaissent après blessure.

Les cones *de Tsuga* diffèrent de ceux des *Abies* par les écailles non caduques.

Il n'est naturellement pas possible de trouver un criterium décisif sur la parenté des genres de Pinacées, seulement par l'étude de l'épiderme, pas plus que par celle d'aucun autre couplage de caractères.

D'autre part, il semble que la structure épidermique apporte souvent une nouvelle lumière sur cette question très compliquée et Florin croit que, dans une analyse générale, une révision de tous les caractères possibles, il ne faudra pas passer sous silence la question de l'épiderme.

En 1932, Hickel indique deux gisements de plantes tertiaires, dans le Bas-Rhin. Ce travail est intéressant pour nous car il montre que *Pseudolarix* existait à cette époque, dans nos régions.

Le même auteur publie sa Dendrologie forestière, ouvrage neuf, rempli d'observations personnelles. Pour chaque espèce, il signale la répartition géographique, les caractères distinctifs. Il discute les conditions d'emploi et les résultats obtenus.

Dans son article sur la classification anatomique des Pins (1932), Rol donne des renseignements intéressants, sur l'ornementation des cellules des rayons médullaires. On trouve des dispositions analogues dans le bois des autres Abiétacées.

Dans son cours sur les Gymnospermes édité en 1933, Beauverie donne les caractères essentiels des divers genres *Tsuga* et *Pseudotsuga*. Les divers organes de l'appareil végétatif et reproducteur sont passés en revue.

Schnarf (1933) a fait une révision détaillée de la question de l'embryologie des Gymnospermes et pour la formation des microspores, le pollen, le carpelle, les ovules, le gamétophyte femelle, les gamètes, la fécondation, la formation de l'embryon, on a tout une série de documents relatifs à chacun des groupes de Gymnospermes. Il n'est pas possible ici d'entrer dans d'autres détails. C'est la révision la plus complète à mettre à côté de l'ouvrage de Pilger et de celui de Chamberlain.

La même année, K. Sax et H. J. Sax, étudient le nombre et la forme des chromosomes, chez les Conifères. Ils donnent des renseignements intéressants, qui seront utilisés plus loin.

En 1935, Doak a publié une étude de la phylogénie des Pinacées. Ce travail renferme des observations et des conclusions très intéressantes. L'auteur a étudié particulièrement les rameaux des Pinacées et leur évolution. Voici quelles sont les conclusions essentielles :

Les rameaux courts représentent un type primitif. Ce type est réalisé dans l'appareil végétatif des *Pinus, Cedrus, Larix* et *Pseudolarix*. Il s'est conservé uniquement dans le cône des autres gen-

res. Ce fait est en accord avec ce qui se passe pour d'autres caractères, dont le type primitif est conservé dans l'appareil reproducteur tandis que l'évolution se manifeste dans l'appareil végétatif. (On a vu, dans la partie précédente de ce mémoire, que j'ai admis cette hypothèse comme base de la classification des espèces dans les genres.)

Doak montre que les cônes mâles sont analogues aux rameaux courts par leur origine et leur position. Ils sont caducs et enfermés à la base dans une série d'écailles.

L'axe du cône femelle est un rameau long. Il peut proliférer quelquefois et porter des feuilles.

L'écaille du cône est un rameau court. Le strobile composé peut résulter d'un raccourcissement internodal d'un rameau long, fertile, portant de nombreux rameaux fertiles à ses nœuds.

L'ancêtre commun des Pinacées avait des rameaux courts que l'on retrouve dans quatre *Abietaceae* actuelles : *Pinus, Cedrus, Larix, Pseudolarix*. L'ancêtre avait des rameaux courts d'un type généralisé, comme dans *Cedrus, Larix* et *Pseudolarix*. Les autres caractères de ces genres sont dans l'ensemble primitifs (ceci est très discutable). L'évolution s'est faite à travers des formes à rameaux courts de plus en plus spécialisés, comme dans *Prépinus, Pinus, Sciadopitys, Taxodium*, jusqu'à des formes où les rameaux courts ont disparu comme dans *Abies, Pseudotsuga*, et enfin jusqu'aux formes ayant des rameaux longs à feuilles opposées, concrescentes (*Cupressus*).

L'auteur ajoute que l'évolution du rameau court végétatif et celle du rameau court ovulé se sont faites parallèlement. *Larix, Cedrus*, ont des écailles à graines relativement primitives. *Sciadopitys* et *Taxodium* ont des écailles évoluées. *Cupressus, Juniperus, Araucaria*, qui ont perdu les rameaux courts, ont les écailles les plus spécialisées, parmi les *Pinaceae*. Seuls *Picea, Tsuga, Abies, Pseudotsuga* sont à part, car ils ont des écailles qui se placent au niveau de celles du Pin tandis qu'ils ont perdu les rameaux courts. Il faut admettre que ces genres sont évolués par un caractère, primitifs par d'autres.

Cette étude des rameaux comporte celle de leurs feuilles. L'auteur remarque que les premières feuilles des *Pinus*, celles qui font suite aux cotylédons, sont simples et disposées en spirale. Dans certaines conditions, les rameaux courts des *Pinus* peuvent s'allonger et porter des feuilles simples. Cette disposition s'ob-

serve normalement dans les climats méridionaux. Un phénomène analogue est bien connu dans d'autres genres de Conifères chez les *Juniperus* et *Chamaecyparis*, où les feuilles de jeunesse se maintiennent définitivement. On a les formes dites *Retinospora*. Pour Doak, les feuilles simples sont le type de feuilles à partir duquel les feuilles spécialisées se sont formées. Il pense que les observations de Jeffrey et de Fontaine, montrent que les Pins ancestraux avaient probablement des feuilles simples là où nous trouvons aujourd'hui des écailles. (Je n'ai pas cru devoir admettre cette hypothèse du caractère évolué des écailles du rameau long de Pin.)

Doak considère d'autre part l'évolution du nombre de feuilles sur les rameaux courts. Il pense que les premiers fossiles avaient un grand nombre de feuilles. Les traumatismes, qui augmentent le nombre des aiguilles, provoquent un retour à un type ancestral. L'auteur considère alors que les rameaux courts des *Cedrus*, des *Larix* et *Pseudolarix* portent un nombre de feuilles plus élevé que celui des feuilles du rameau de *Pinus*. Il conclut alors, que ce dernier genre est plus évolué que les trois autres. Il reconnaît cependant chez ceux-ci la coexistence d'autres caractères qui les placent au dessus du genre *Pinus*, au point de vue évolutif. Il y a donc là une difficulté que j'ai évitée en considérant le rameau court de *Pinus* comme le plus évolué. Cette opinion s'appuie sur des interprétations différentes de celles de Doak.

Une autre hypothèse admise et qui me paraît devoir être retenue, est le caractère primitif de la polycotylédonie.

La conclusion essentielle de cette étude, faite avec beaucoup de minutie, est que parmi les *Pinaceae*, *Cedrus* et *Larix* sont à un niveau inférieur, *Prepinus* et *Pinus* sont intermédiaires, *Sciadopitys*, *Taxodium* et enfin *Cupressus* sont de plus en plus haut. *Cedrus* et *Pinus* me paraissent mal placés l'un par rapport à l'autre.

La même année paraît le bel ouvrage de Chamberlain sur la structure et l'évolution des Gymnospermes. Des conclusions fort intéressantes sont énoncées. L'auteur admet notamment que les arbres fossiles avaient une taille inférieure à celle des Conifères actuelles et que la loi de croissance de taille se vérifie chez les végétaux.

On trouve dans ce mémoire une mise au point des renseigne-

ments connus sur la structure de la feuille, sur l'histoire des trachéides des rayons, sur l'histoire des canaux résinifères. La question de l'origine simple ou double des traces foliaires est aussi discutée. Dans les Gymnospermes du carbonifère, dans les Cycadophytes et Coniferophytes, il y avait deux traces foliaires. Au contraire, il n'y en a qu'une chez les Cupressacées. Les botanistes qui considèrent cependant que la double trace foliaire n'est pas primitive s'appuient sur le fait que les cotylédons ont une seule trace.

L'auteur étudie aussi la question de la polyembryonie et du rôle des cellules en rosette. Les renseignements qu'il donne ont été utilisés dans les tableaux ci-dessous.

L'histoire de la polycotylédonie et de la dicotylédonie est examinée. Il y a des arguments en faveur de l'opinion de Sister Helen Angela et de Buchholz. Pour ces auteurs la polycotylédonie est primitive, à l'inverse de ce qu'admettent Hill et de Fraine.

L'ouvrage se termine par un tableau de la phylogénie des Gymnospermes. Les Pinacées n'y sont pas considérées en particulier.

Dans une étude des mutations Vandel (1935) cite les opinions de Vavilof sur les mutations parallèles. Il conclut que les mutations ne se font pas de façon désordonnée et qu'elles se manifestent souvent dans certaines directions déterminées qu'on retrouve dans les différentes espèces d'un groupement zoologique et botanique. Nous verrons une confirmation intéressante de ces opinions.

Wettstein (1935) conserve la même classification que dans son édition précédente.

Stefanoff en 1936, étudie l'aile de la graine chez les Pinacées. Il dessine la disposition chez *Pseudolarix, Cedrus, Pseudotsuga.* Il montre que l'origine de l'aile est toujours la même. Elle est formée par le tégument externe de la graine, c'est-à-dire par le tégument de l'ovule.

En 1936 j'ai publié un court article sur l'évolution des rameaux chez les Pinacées. Après avoir discuté l'opinion de Doak sur le caractère primitif de la ramification dans le genre *Cedrus,* j'ai montré que cette ramification est plus évoluée et non plus primitive que celle du genre *Pinus.* Ont été étudiées successivement l'évolution des rameaux nains (chez *Pinus, Cedrus, Larix*), celle

des rameaux demi-courts (chez *Pinus, Cedrus, Larix* et dans le cône des Abietacées), enfin celle des rameaux longs. Ceux-ci existent dans l'appareil végétatif chez toutes les Pinacées. J'ai conclu que l'évolution se traduit par l'allongement des feuilles de rameau long, par le raccourcissement et la disparition des feuilles de rameau nain. Ces questions sont reprises ci-dessous à propos de l'étude des rameaux et des organes reproducteurs.

CLASSIFICATION PROPOSÉE

De tout cet historique il résulte que les auteurs sont d'accord pour trouver des liens de parenté étroits entre les genres de Pinacées, mais qu'ils ne sont pas arrivés à une idée nette au sujet de la parenté étudiée d'une façon moins générale. Suivant qu'ils s'attachent à l'étude d'un caractère ou d'un autre, ils font des rapprochements exacts mais qui n'ont pas de valeur probante pour établir la parenté de détail. Le seul moyen pour arriver à une idée satisfaisante de cette parenté est de trouver un tableau dans lequel, quel que soit le caractère considéré, l'ordre de parenté soit le même. Autrement dit, chaque caractère évoluant entre deux types extrêmes, il faut que dans le tableau, le sens d'évolution soit toujours le même pour tous les caractères, quand on passe d'un genre à un autre. Par exemple si nous considérons qu'un ancêtre des Pins a donné des Cèdres et que des Cèdres ont donné des Sapins, il faut que pour tous les caractères l'ordre Pin, Cèdre, Sapin soit réalisé de la même façon. Ici se présente une difficulté. On ne connaît vraiment bien les Pins, que par les représentants actuels du genre, on ne connait bien les Cèdres que par leurs représentants actuels. Il pourrait très bien se faire que des Pins actuels vis-à-vis d'un caractère aient le type évolué, alors que leur ancêtre que j'appelle pour la commodité du langage *Priscopinus,* avait ce caractère à l'état primitif (1). Si ce même caractère est au stade primitif chez *Cedrus* et même chez *Abies,* on ne pourra pas conclure de l'état évolué chez les *Pinus* actuels, que l'ordre *Priscopinus, Abies,* soit faux. Mais il y aura une hypothèse non démontrée.

(1) Il n'est question ici que de caractères primitifs pour les Pinacées. Ces mêmes caractères peuvent être évolués si on les considère par rapport à un groupe plus ancien, les Cycadées par exemple.

Si, par contre, les espèces actuelles du genre *Pinus* ont le caractère à l'état primitif et si *Cedrus* et *Abies* le présentent plus évolué, l'ordre indiqué sera certainement exact. On peut faire un tableau dans lequel les genres actuels se présentent dans un ordre d'évolution, qui est le même pour tous les caractères, on pourra conclure avec une grande certitude que ce tableau représente l'évolution réelle. Nous allons voir qu'un tel tableau est presque possible, on sera seulement obligé de distinguer un *Priscolarix* très voisin des *Larix* mais un peu plus primitif par certains caractères. Les Mélèzes actuels étant des arbres très évolués par beaucoup de caractères, car ils se sont adaptés à des climats froids, il est très raisonnable de penser qu'un ancêtre *Piscolarix* pouvait avoir des caractères plus primitifs, sans avoir à remonter à des temps géologiques trop lointains.

Enfin, notons que le genre *Pinus* est extrêmement complexe et que dans la nature actuelle il présente à la fois des types primitifs et des types évolués.

On ne mettra définitivement au point la classification des Pinacées, que le jour où le genre *Pinus* aura été étudié avec tout le détail nécessaire.

On pourrait ici détailler chaque caractère et étudier le sens probable de son évolution. En conclusion de cette longue étude on arriverait à un tableau satisfaisant. J'ai fait ce travail, mais pour l'exposition, il semble bien préférable de présenter tout de suite le tableau et de montrer qu'il peut être vérifié pour chaque caractère. Le lecteur sera ainsi guidé dès le début.

TABLEAU DE PARENTÉ DES PINACÉES

Un ancêtre lointain, que j'appelle arbitrairement *Priscopinus*, aurait donné le genre *Keteleeria*. Le genre *Priscopinus* serait l'ancêtre des *Pinus* actuels.

Il serait aussi l'ancêtre des genres *Cedrus* et *Abies*. Un autre rameau de *Priscopinus* aurait donné un *Priscolarix*, origine des genres *Pseudotsuga*, *Larix* et *Pseudolarix*.

Un autre rameau de *Priscopinus* aurait donné le genre *Tsuga* et un rameau voisin le genre *Picea*.

Notons que les documents paléontologiques font apparaître les Pins avant les Cèdres et ceux-ci avant les Sapins et les autres

genres. Le tableau est donc d'accord avec les données, malheureusement réduites de la paléobotanique.

On peut résumer par le schéma ci-dessous :

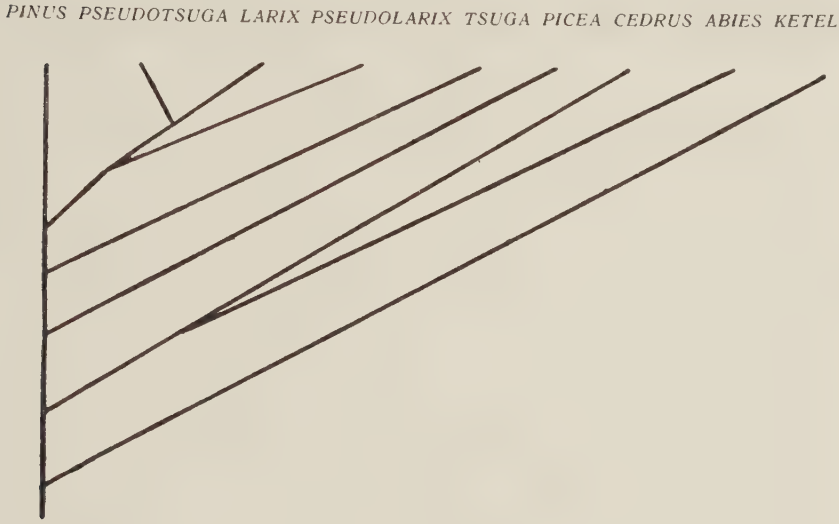


FIG. 4.

ÉTUDE DES DIFFÉRENTS CARACTÈRES

Il s'agit de justifier le tableau ci-dessus. Dans chaque caractère on peut mettre en série ses diverses modalités. Parfois on aura des raisons de considérer que l'évolution du caractère se fait dans un sens déterminé. Il faudra alors que ce sens concorde avec celui du tableau. Par exemple : on admet et cela parait justifié, que le nombre des cotylédons décroît dans l'évolution. Or, on a chez les Pinacées :

Pinus 4-18, *Keteleeria* 2-4.
Pinus 4-18, *Cedrus* 9-11, *Abies* 4-8.
Pinus 4-18, *Larix* 4-8.
Pinus 4-18, *Pseudotsuga* 5-8, *Pseudolarix* 4-5.
Pinus 4-18, *Tsuga* 3-4.
Pinus 4-18, *Picea* 3-11.

Le tableau est donc vérifié pour un sens d'évolution admis *a priori* chez les Pinacées.

Une autre vérification peut être fournie par les chromosomes, pour un caractère dont il est difficile de connaître *a priori* le sens d'évolution. D'après les travaux de Sax (1933) le nombre de chomosomes hétérobrachiaux peut varier de 0 à 20 chez les Pinacées (fig. 8).

Pinus : 0 ou 1, *Cedrus* : 2, *Abies* : 5.
Pinus : 0 ou 1, *Larix* : 6, *Pseudotsuga* : 7, *Pseudolarix* : 20.
Pinus : 0 ou 1, *Tsuga* : 3.
Pinus : 0 ou 1, *Picea* : 3.

Il est naturel d'admettre comme je l'ai dit ci-dessus que *Priscopinus* avait 0 ou 1 hétérobrachiaux. Donc le tableau est vérifié pour ce caractère.

Dans les cas où il n'y aura pas de raisons *a priori*, d'adopter un sens d'évolution pour un caractère. Il faudra essayer de le prendre dans les deux sens et si le tableau est vrai, il sera vérifié pour l'un de ces deux sens, qui sera le vrai sens évolutif. Par exemple dans la structure primaire de la racine on peut avoir soit un canal résinifère axile soit deux ou plusieurs canaux résinifères au voisinage du bois primaire. *A priori*, il est difficile d'avoir une opinion sur le sens de l'évolution pour ce caractère. Si nous supposons que le canal axile est plus évolué nous trouvons les relations suivantes :

Pinus primitif, *Keteleeria* évolué.
Pinus primitif, *Cedrus* évolué, *Abies* évolué.
Pinus primitif, *Larix* primitif, *Pseudotsuga* primitif, *Pseudolarix* évolué.
Pinus primitif, *Tsuga* évolué.
Pinus primitif, *Picea* primitif.

Le tableau est donc vérifié. Nous pouvons donc dire que le canal axile est le type évolué.

Ces trois exemples, dont deux ont l'intérêt d'être numériques, ayant montré la méthode utilisée, on peut ci-dessous, abréger, et quand ce sera possible, désigner le type primitif par le signe —, le type évolué par le signe +.

Les caractères vont être passés en revue dans l'ordre habituel choisi pour l'étude des genres.

TAILLE DE L'ARBRE

1. **Taille de l'arbre.** — Il est admis en paléontologie que l'évolution se fait dans le sens de l'accroissement de taille. En paléobotanique, la question est plus difficile à résoudre puisqu'on admet que les herbes sont plus évoluées que les arbres mais il est probable que dans le type arbre la loi est vérifiée. Cette loi de la croissance de taille est admise par CHAMBERLAIN (1935).

Il est difficile pour ce caractère, d'avoir des indications très précises chez les Pinacées. Si on considère la moyenne des tailles maxima pour chaque genre, le tableau adopté est vérifié.

Pinus 31 m., *Keteleeria* 35 m.
Pinus 31, *Cedrus* 35, *Abies* 43.
Pinus 31, *Larix* 33, *Pseudotsuga* 45.
Pinus 31, *Pseudolarix* 40.
Pinus 31, *Tsuga* 35.
Pinus 31, *Picea* 34.

Dans ce tableau, les chiffres indiqués correspondent à la moyenne des tailles maxima des espèces de chaque genre. Pour établir cette moyenne, on a utilisé la taille maxima donnée pour chaque espèce dans l'ouvrage de FITSCHEN. Mais il faut faire des réserves sur la valeur de ces indications. Pour les arbres bien *connus, Picea excelsa, Pinus silvestris*, l'indication est évidemment sûre. Mais pour des arbres du centre de la Chine, l'indication ne présente pas les mêmes garanties.

D'autre part, les arbres d'Asie orientale ont en général une taille faible, les arbres américains ont une taille élevée. La proportion des espèces asiatiques et des américaines dans chaque genre influe beaucoup sur la moyenne. Comme première approximation, le tableau ci-dessus peut être utilisé.

Il peut se traduire ainsi :

Pinus — *Keteleeria* +.
Pinus — *Cedrus* + *Abies* + +.
Pinus — *Larix* + *Pseudolarix* + +.
Pinus — *Pseudolarix* + +.
Pinus — *Tsuga* +.
Pinus — *Picea* +.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

2. **Persistance des feuilles.** — On peut raisonnablement admettre que les feuilles caduques sont plus évoluées que les feuilles

persistantes. Elles manifestent en effet une adaptation à des climats très froids, adaptation récente dans l'histoire géologique des plantes postérieures au secondaire. On a alors :

Pinus — *Keteleeria* —.
Pinus — *Cedrus* — *Abies* —.
Pinus — *Larix* +.
Pinus — *Pseudotsuga* — *Pseudolarix* +.
Pinus — *Tsuga* —.
Pinus — *Picea* —.

3. **Longueur des feuilles.** — J'ai étudié l'évolution de la longueur des feuilles dans mon court article sur l'évolution du rameau des Pinacées. J'ai été amenée à considérer deux sens différents d'évolution, suivant que l'on considère des *feuilles de rameau nain* et des *feuilles de rameau long* (cf. p. 200). Les premières diminuent de longueur dans l'évolution. On passe ainsi des *Pinus* aux *Cedrus* puis aux *Larix*. Au contraire, les feuilles de rameaux longs évoluent vers l'allongement. Le type primitif est représenté actuellement par les bractées du rameau de Pin. Le type le plus évolué est réalisé dans les *Abies*.

En effet, dans les *Pinus*, le rameau long présente des bractées à l'aisselle desquelles se développent des rameaux nains. Dans les parties jeunes le rameau long se présente ainsi avec l'allure d'un rameau demi-court. Les parties plus âgées ne comportent plus que les traces de bractées (fig. 5 A). Il n'y a donc pas ici de différenciations très nette entre deux types de rameaux, rameaux longs et rameaux demi-courts. Chez *Cedrus*, cette différence est beaucoup plus nette car le rameau long présente des feuilles bien développées, ne portant, en général pas de bourgeons à leur aisselle (fig. 5 D). Ces feuilles sont comparables aux feuilles primordiales des Pins et aux bractées écailleuses des Pins adultes. Notons qu'aucune bractée ne se trouve en contact avec ces feuilles de rameau long du Cèdre, ce qui montre bien la différence chez cet arbre entre les feuilles de rameau long et les feuilles de rameau demi-court, qui poussent à l'aisselle de bractées.

Chez le *Larix*, la disposition est analogue à celle des *Cedrus*, et la pousse annuelle des rameaux longs ne comporte que des feuilles simples (fig. 5 G).

Si nous supposons que les rameaux demi-courts disparaissent, nous avons le type *Abies* ou *Picea* avec une seule sorte de rameaux et de feuille (fig. 5 H) dans leurs parties stériles.

Notons que dans cette évolution, nous sommes passés des bractées courtes du Pin à des feuilles bien développées, l'évolution provoquerait donc un allongement des feuilles de rameau long.

En résumé, les *feuilles de rameau nain* évoluent vers la réduction de leur nombre et la diminution de leur longueur pour aboutir à leur disparition. Au contraire, les bractées des rameaux longs, par compensation, évoluent vers l'allongement.

Pour les *feuilles de rameau long,* le même sens d'évolution est donné par la comparaison des feuilles fertiles et des feuilles stériles dans le genre *Abies,* qui est le plus polymorphe. Les feuilles fertiles sont plus courtes que les feuilles stériles. Le caractère ancestral y est conservé.

Pour comparer les feuilles de rameau nain, j'ai considéré la longueur moyenne, obtenue en ajoutant les valeurs moyennes pour les espèces.

Le tableau est le suivant :

Pinus diploxylon, 15. *Pinus haploxylon,* 9.
Pinus 15-9, *Cedrus* 3,9; *Larix* 2,5.
Pinus 15-9, *Pseudolarix* 3.

C'est-à-dire :

Pinus — — *Cedrus* + *Larix* +.
Pinus — — *Pseudolarix* +.

Pour les feuilles de rameau long le tableau est :

Pinus — — *Keteleeria* +.
Pinus — — *Cedrus* — + *Abies* + +.
Pinus — — *Larix* — + *Pseudotsuga* +.
Pinus — — *Pseudolarix* — +.
Pinus — — *Tsuga* +.
Pinus — — *Picea* + +.

Polymorphisme des feuilles. — La longueur des feuilles chez toutes les Pinacées parait très variable sur le même individu et les longueurs données ci-dessus ont été obtenues en faisant les moyennes des longueurs maxima et minima pour chaque espèce. Certains genres pourtant ont manifestement une tendance à avoir deux ou même trois types de feuilles. Les *Tsuga* par exemple ont d'une façon régulière des feuilles courtes et des feuilles longues sur le même rameau. Cette disposition se retrouve aussi chez certains *Picea* où les feuilles ont une tendance à prendre la dispo-

sition distique. Chez les *Abies* on trouve une disposition analogue pour les rameaux stériles. Dans ce dernier genre se trouve un troisième type de feuilles : celles de rameau fertile. Elles sont définies par des caractères plus primitifs que ceux des feuilles de rameaux stériles (longueur plus faible, section plus épaisse, sous-épiderme plus abondant, stomates plus nombreux, canaux plus souvent centraux).

Chez les *Picea* on trouve aussi une certaine différence entre feuilles de rameaux fertiles et feuilles de rameaux stériles. On peut donc dire que le polymorphisme foliaire se trouve surtout chez les genres évolués et chez ceux où la spécialisation des rameaux fertiles est très poussée. Alors qu'un Pin, un Cèdre ou un *Tsuga* sont couverts de cônes sur tous leurs rameaux, les Sapins fructifient surtout sur les rameaux supérieurs.

4. **Denticulations du bord de la feuille.** — Certains genres ont de petites denticulations en forme de poils, sur le bord des feuilles. Chez d'autres, les feuilles sont lisses. Chez certains, les feuilles primaires sont denticulées (*Pinus diploxylon* et quelques *haploxylon, Tsuga* (partie), *Picea* (partie).

Il est difficile d'avoir une opinion *a priori*. Cependant, étant donnée la fréquence de la denticulation des feuilles chez les Pins, on peut admettre que la présence des dents est primitive, leur absence évoluée.

On a le tableau :

Pinus — + *Keteleeria* +.
Pinus — + *Cedrus* + *Abies* +.
Pinus — + *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Pinus — + *Tsuga* — +.
Pinus — + *Picea* — +.

5. **Disposition des stomates.** — Les stomates peuvent être *isolés* ou disposés en *bandes*. On peut admettre que la disposition en bande qui n'existe pas chez les Pins, est plus évoluée. On a alors :

Pinus — *Keteleeria* +.
Pinus — *Cedrus* — *Abies* +.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Pinus — *Tsuga* +.
Pinus — *Picea* +.

6. **Place des stomates.** — Les stomates peuvent être placés sur les deux faces de la feuille ou sur une seule face.

Dans le premier cas, on dit que la feuille est « *amphistomatique* ». Dans l'autre, elle est « *hypostomatique* ». Ce caractère est très variable suivant les espèces. Cependant dans le grand genre *Pinus*, seuls quelques *haploxylon* sont dépourvus de stomates sur une face de la feuille. Tous les diploxylon sont amphistomatiques. On peut admettre que cette dernière disposition est plus primitive que l'autre.

Les feuilles fertiles des *Abies*, qui sont très souvent amphistomatiques alors que les feuilles stériles correspondantes sont hypostomatiques, ont été considérées comme plus primitives que les feuilles stériles. Cette opinion est aussi celle de Florin (1931).

En admettant ce sens d'évolution, on a, en désignant par le signe — + les genres où l'on trouve les deux types de disposition :

Pinus — — + *Keteleeria* — +.
Pinus — — + *Cedrus* — *Abies* — +.
Pinus — — + *Larix* — + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Pinus — — + *Tsuga* — +.
Pinus — — + *Picea* — +.

7. **Disposition des cellules stomatiques.** — Elle peut être *monocyclique* ou *amphicyclique*. Dans ce dernier type il existe une ou deux couronnes de cellules compagnes. Dans le type monocyclique, les cellules des couronnes manquent.

Florin admet que le type monocyclique est plus primitif. En admettant ce point de vue, le tableau devient :

Pinus — *Keteleeria* +.
Pinus — *Cedrus* — + *Abies* +.
Pinus — *Larix* — *Pseudotsuga* — *Pseudolarix* —.
Pinus — *Tsuga* — +.
Pinus — *Picea* +.

8. **Extrémité de la feuille.** — La feuille *pointue* paraît plus primitive que la feuille *échancrée* si on admet comme il a été fait plus haut que la feuille fertile des *Abies* est plus primitive que la feuille stérile (cf. *A. pectinata*, par exemple).

Pinus — *Keteleeria* — +.
Pinus — *Cedrus* — *Abies* — +.
Pinus — *Larix* — *Pseudotsuga* — +.
Pinus — *Pseudolarix* —.
Pinus — *Tsuga* — +.
Pinus — *Picea* +.

9. **Insertion.** — Cette question de l'insertion des feuilles chez les Pinacées est fondamentale. On a vu dans l'historique qui précède que la plupart des auteurs ont considéré l'insertion des feuilles comme la base de la classification. Ils ont distingué d'une part les genres à feuilles groupées sur des rameaux de faible longueur ou rameaux courts; d'autre part, les genres à feuilles isolées sur des rameaux longs. Cette classification est pratique, mais ne tient nullement compte de la parenté des genres. Elle rapproche des genres par ailleurs très distincts et inversement elle sépare des genres qui ont des caractères communs importants.

D'autre part, cette séparation entre les deux sections de Pinacées n'est pas aussi tranchée qu'elle en a l'air au premier abord. On peut voir, et c'est là un phénomène très intéressant, le passage du type à feuilles groupées au type à feuilles isolées.

J'ai exposé dans un court article (1936) l'essentiel de cette question de l'insertion. Reprenons-là ici.

On peut considérer chez les Pinacées trois types de rameaux. Ces trois types se trouvent réunis dans l'appareil végétatif des *Pinus*. Si nous considérons par exemple la ramification du *Pinus parviflora* (fig. 5), au printemps, nous trouvons des rameaux ayant à leur sommet des bourgeons qui vont s'épanouir. Immédiatement sous le bourgeon se trouve, en disposition spiralée, un certain nombre de bractées plus ou moins écailleuses, à l'aisselle desquelles naissent des rameaux de très petite taille, qui sont les « *rameaux nains* ». Chacun de ces rameaux nains porte une série de feuilles écailleuses et de longues feuilles en aiguille dont le nombre est généralement égal à 5. Au-dessous de cet ensemble, on trouve des traces des bractées des années précédentes, ce qui fait que le rameau de 4 ou 5 ans, par exmple, est dégarni de feuillage à sa partie inférieure (fig. A). Cette disparition du feuillage provient de ce que les rameaux nains sont caducs en entier, emportant avec eux leurs feuilles. Ce rameau de 4 ou 5 ans sera appelé « *rameau demi-court* ». Il est placé isolément sur un rameau plus important que j'appelle « *rameau long* ».

Considérons maintenant le genre *Cedrus*. A la même date, on trouve des ramifications assez courtes, ressemblant pour leur aspect extérieur aux rameaux demi-courts du Pin étudié (fig. B, C, D). Nous trouvons, au sommet, un ou des bourgeons prêts à s'épanouir. Immédiatement au-dessous sont des bractées en dis-

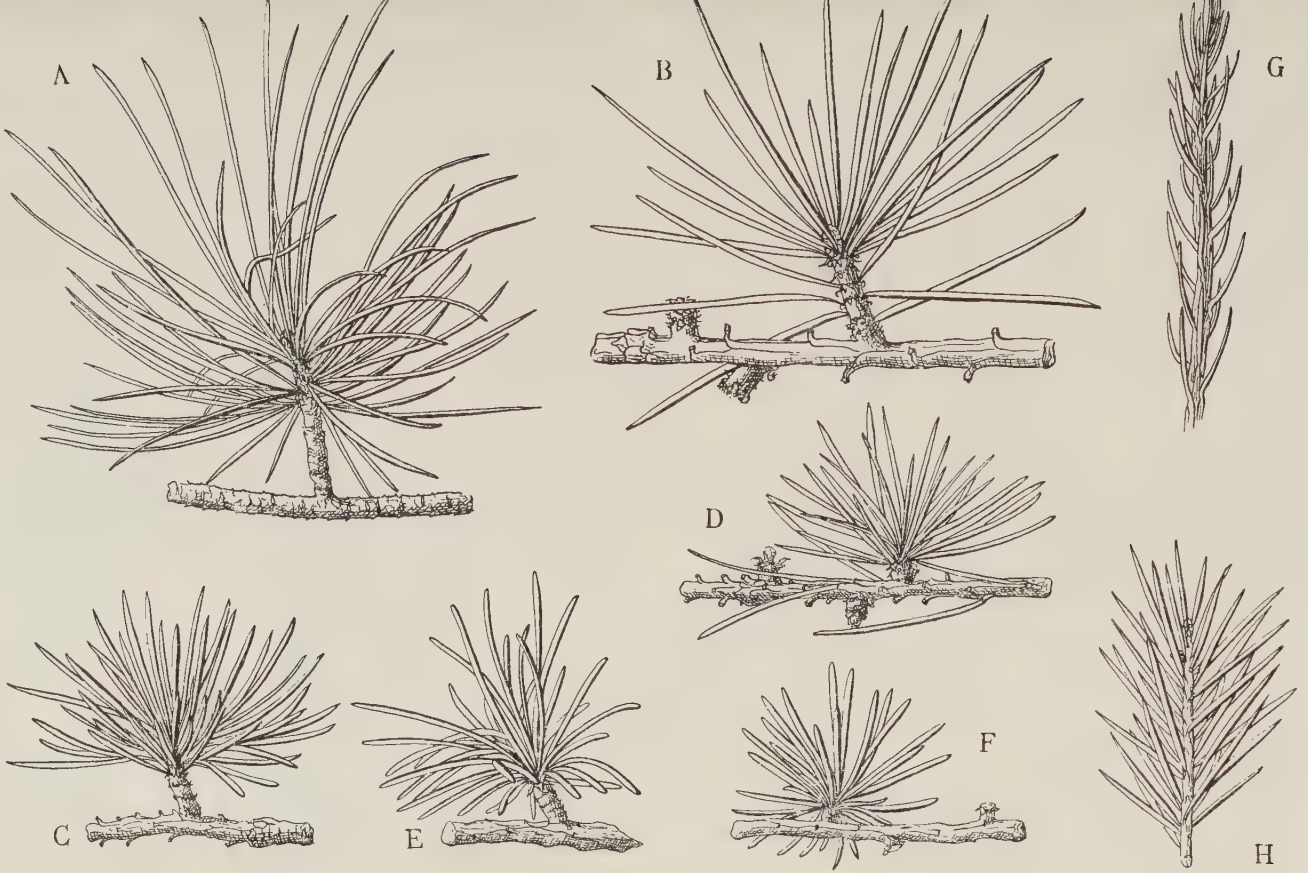


Fig. 5. — Rameaux longs et rameaux demi-courts × 1. — A : *Pinus Parviflora;* B : *Cedrus deodara;* C : *Cedrus atlantica;* D : *C. atlantica,* rameau demi-court très jeune; E : *Larix europæa;* F : *L. europæa,* rameau demi-court, très jeune; G : *Larix laricina,* pousse annuelle [d'après Chamberlain]; H : *Picea morinda.*

position spiralée, tout à fait analogues à celles du *Pinus*. Mais au lieu de porter à leur aisselle des rameaux nains, elles portent chacune une feuille. Les feuilles forment ainsi un bouquet au sommet du rameau demi-court dont la partie inférieure montre les bractées des années précédentes, tout à fait comme dans le rameau demi-court du Pin. Ici les feuilles sont caduques, comme les rameaux nains du Pin.

Il paraît tout naturel de considérer que le rameau demi-court du Pin est l'homologue du rameau demi-court du Cèdre, que la bractée du Pin est l'homologue de la bractée du Cèdre, que le rameau nain du Pin est l'homologue de ce qui est à l'aisselle de la bractée chez le Cèdre (fig. 6 h).

Passons au *Larix*. Ici l'analogie avec *Cedrus* est évidente, mais il se manifeste un raccourcissement très notable du rameau demi-court qui, la première année, forme un simple bourrelet au-dessus du rameau principal, ou rameau long (fig. F).

Nous allons voir comment se font l'évolution du rameau nain et l'évolution du rameau demi-court lorsqu'on passe du *Pinus* au *Cedrus* ou au *Larix*.

Considérons d'abord le *rameau nain*.

Doak a fort bien montré que les rameaux nains de Pins présentent dans les types ancestraux un nombre de feuilles qui peut aller peut-être jusqu'à 25 [*Prepinus* de Jeffrey (fig. a, a')], et que ce nombre diminue dans l'évolution du rameau nain. Par exemple : *Leptostrobus longifolius* (fig. 6 b). Un argument en faveur du nombre primitivement élevé des feuilles de rameau nain peut être trouvé dans l'effet des blessures. Thomson a décrit par exemple un rameau nain blessé de *Pinus excelsa* (fig. c). Les feuilles y sont plus nombreuses que dans un rameau sain. On retrouve peut-être là un phénomène analogue à celui observé pour les canaux résinifères du bois, pour les thylles dans les trachéides des racines. Les blessures paraissent provoquer un retour à un stade ancestral. C'est une hypothèse, mais il est intéressant de remarquer que l'effet des blessures peut être interprété de la même façon pour trois caractères bien différents. Nous trouvons ensuite dans les *Pinus* des rameaux à cinq, trois et deux feuilles (fig. d, e, f).

Le rameau nain le plus évolué est celui qui comporte uniquement quelques feuilles écailleuses et une seule feuille longue. Un bourgeon, généralement dormant, se trouve au sommet de ce ra-

FIG. 6. — Rameaux nains × 1. a *Prepinus statenensis de* JEFFREY; a' reconstitution hypothétique du rameau nain avec ses feuilles; b *Leptostrobus longifolius* de FONTAINE; c *Pinus excelsa* blessé [d'après THOMSON]; d *Pinus excelsa* normal [d'après SHAW]; f *Pinus sylvestris;* g *Pinus monophylla;* h *Cedrus atlantica.*

meau. Dans *P. monophylla* (fig. g), le rameau nain est encore existant bien que très réduit. Supposons qu'il se réduise encore, suivant l'évolution admise par Doak, que son bourgeon s'atrophie et ne dépasse pas le niveau de la bractée, l'ensemble du rameau nain apparaîtra formé simplement d'une feuille longue avec quelques résidus de feuilles écailleuses à la base. La touffe de rameaux nains située au sommet du rameau demi-court de Pin est remplacée par la touffe de feuilles située au sommet du rameau demi-court de Cèdre. Cette évolution des rameaux nains est mise en relief par une série de dessins (fig. a à h).

Le rameau demi-court n'est pas plus caduc dans le Pin que dans le Cèdre. Le rameau nain est caduc dans le Pin et son équivalent : la feuille, est caduque dans le Cèdre.

La disposition du Cèdre se retrouve dans le *Pseudolarix* et dans le *Larix*.

Cette interprétation fait dériver le genre *Cedrus* du genre *Pinus*. Ce n'est pas là l'opinion de Doak.

Pour cet auteur, ce que j'ai appelé rameau demi-court de Cèdre est l'analogue du rameau nain d'un Pin primitif à nombreuses feuilles. Cette analogie ne me paraît pas admissible pour les raisons déjà signalées ci-dessus. On peut encore ajouter un argument en considérant l'allongement annuel : le rameau nain d'un Pin à cinq feuilles, par exemple, ne s'allonge pas chaque année pour donner une nouvelle touffe de cinq feuilles. C'est le rameau demi-court qui s'allonge. Il y aurait là une différence très nette avec le Cèdre, dans l'hypothèse de Doak. Dans la mienne, ce sont les rameaux demi-courts qui s'allongent, aussi bien chez le Cèdre que chez le Pin et, à l'état normal, les rameaux nains ne s'allongent pas. Là où Doak voit un caractère primitif, je considère qu'il y a, chez le Cèdre, un caractère évolué : le raccourcissement des entrenœuds. D'autre part, j'ai constaté que, par de nombreux caractères, le Cèdre est plus évolué que le Pin. Paléontologiquement, le Pin monophylle est signalé dès le Crétacé, il peut être antérieur aux Cèdres.

J'admets donc bien le même sens d'évolution que Doak vers un raccourcissement de rameaux nains. Mais je considère la feuille de Cèdre comme le dernier indice de la présence de ce rameau nain, presque définitivement atrophié.

Considérons maintenant le *rameau demi-court*.

Nous voyons chez le Pin (fig. 5 A), puis chez le Cèdre, *C. Deo-*

dara (fig. B), puis chez *C. atlantica* (fig. C, D), puis chez le Mélèze (fig. E, F), un raccourcissement continu du rameau demi-court. Notons que la pousse du Mélèze ne présente même pas de rameau demi-court pendant la première année (fig. G). Le *Pseudolarix*, qui a des rameaux demi-courts plus allongés que ceux du *Larix*, représente un stade plus primitif que ce dernier.

Si on admet que ce raccourcissement et l'apparition de plus en plus tardive des rameaux demi-courts, sont les voies normales de l'évolution, il est logique d'admettre que le rameau demi-court très réduit et tardif chez le Mélèze, puisse s'atrophier à son tour et disparaître complètement : *Keteleeria, Abies, Pseudotsuga, Picea, Tsuga* en sont dépourvus dans leur appareil végétatif. Mais ce qui prouve bien que ces genres ont eu des ancêtres à rameaux demi-courts et à rameaux nains, c'est que leurs organes reproducteurs, qui conservent le plus longtemps les caractères ancestraux, présentent un rameau demi-court : l'axe du cône et des rameaux-nains (1) : les écailles du cône, développées comme toujours à l'aisselle de bractées qu'on appelle aussi bractées dans les cônes. Le rameau nain se retrouve aussi dans l'organe reproducteur mâle. C'est l'axe du châton ou de la fleur mâle. Le rameau qui porte un châton (*Abies, Picea*, etc.) ou plusieurs châtons (*Keteleeria*) peut être considéré comme un rameau demi-court (cf. p. 212).

En résumé, dans l'étude de l'insertion des feuilles, le genre *Pinus* est le plus primitif (— —), les genres *Cedrus, Pseudolarix* et *Larix* sont primitifs (—), les autres genres sont évolués. On a le tableau :

Pinus — — *Keteleeria* +.
Pinus — — *Cedrus* — *Abies* +.
Pinus — — *Larix* — *Pseudotsuga* +.
Pinus — — *Pseudolarix* —.
Pinus — — *Tsuga* +.
Pinus — — *Picea* +.

10. **Sous-épiderme.** — Il est variable suivant les espèces, cependant à propos de l'étude spécifique il a été admis que l'évolution était dans le sens de la diminution du sous-épiderme. Cette dimi-

(1) Par rameau j'entends l'ensemble du rameau et de ses feuilles. Il n'y a pas lieu ici de prendre parti pour une des théories relatives à l'homologie de l'écaille du cône.

nution s'observe dans le passage des feuilles fertiles aux feuilles stériles. Il est intéressant de constater que les Pins *diploxylon* ont beaucoup plus de sous-épiderme que les autres Pinacées.

Le tableau devient :

Pinus — *Keteleeria* — +.
Pinus — *Cedrus* — *Abies* — +.
Pinus — *Larix* — + *Pseudotsuga* — + *Pseudolarix* +.
Pinus — *Tsuga* — +.
Pinus — *Picea* —.

11. **Tissu palissadique.** — La présence d'un tissu palissadique bien différencié paraît être une adaptation au type dorsiventral donc un perfectionnement.

Le tableau devient :

Pinus — *Keteleeria* +.
Pinus — *Cedrus* — + *Abies* +.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Pinus — *Tsuga* — +.
Pinus — *Picea* — +.

Le signe — + est attribué aux genres dont le tissu palissadique est présent ou absent suivant les espèces.

12. **Parenchyme foliaire.** — Les cellules du parenchyme foliaire peuvent avoir des membranes régulières ou munies de *replis internes* plus ou moins développés.

Le tableau adopté convient si on admet que la présence de replis est primitive :

Pinus — *Keteleeria* —.
Pinus — *Cedrus* — *Abies* +.
Pinus — *Larix* — + *Pseudotsuga* — +.
Pinus — *Tsuga* +.
Pinus — *Picea* — +.

Le signe —+ est affecté aux genres où les replis sont plus ou moins marqués suivant les espèces.

13. **Tissu transversal.** — L'hydrostéréome transversal qui existe chez le *Cycas* et le *Podocarpus*, s'est peut-être transformé en tissu de transfusion chez les Pinacées, selon l'opinion de beaucoup d'auteurs. Cependant le genre *Keteleeria* présente des cellules allongées qui rappellent la disposition des Cycadées. Par ce

caractère, le *Keteleeria* est donc plus primitif que les Pins actuels. Mais il est tout naturel d'admettre que *Priscopinus* pouvait posséder ce caractère.

14. **Nombre des canaux résinifères.** — Ce nombre décroît avec l'évolution. En effet, les Pins en ont souvent beaucoup. Le nombre est beaucoup plus faible dans les genres que je considère comme plus évolués. Chez les *Tsuga* il n'y a qu'un canal; dans les *Picea*, les deux canaux sont souvent très discontinus et manquent à certains niveaux de la feuille. Le tableau se présente ainsi :

Pinus — *Keteleeria* +.
Pinus — *Cedrus* + *Abies* +.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* +.
Pinus — *Pseudolarix* — +.
Pinus — *Tsuga* + +.
Pinus — *Picea* + +.

15. **Tissu de transfusion.** — Ce tissu paraît un résidu de l'hydrostereome transversal et évolue vers la réduction progressive. Le tissu généralisé est donc plus primitif que celui localisé au bord des faisceaux.

Le tableau se traduit ainsi :

Pinus — *Keteleeria* +.
Pinus — *Cedrus* + *Abies* +.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* —.
Pinus — *Tsuga* — +.
Pinus — *Picea* —.

16. **Faisceaux conducteurs.** — Leur nombre est soit 2 (type *diploxylon*), soit 1 (type *haploxylon*).

Chez les *Pins*, les deux types sont très séparés; on peut admettre que cette séparation est extrêmement ancienne, que des Pins *diploxylon* seraient à l'origine des genres ou des espèces *diploxylon*, les *haploxylon* seraient à l'origine des genres (*Larix*, *Pseudotsuga*) ou des espèces *haploxylon*.

Par des considérations géographiques, Gaussen estime que les Pins *haploxylon* sont plus évolués que les *diploxylon*, car ces derniers sont les seuls à vivre en climats tropicaux, souvenir des conditions climatiques secondaires et tertiaires. A l'appui de cette hypothèse on peut remarquer aussi que dans le genre *Keteleeria*, l'espèce subtropicale est beaucoup plus *diploxylon* que les autres (cf. Première Partie).

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Les différences entre les feuilles de rameau fertile et les feuilles de rameau stérile sont sensibles dans le genre *Abies*. Elles paraissent presque nulles dans les autres genres. Il n'y a donc pas lieu d'utiliser ce caractère dans la comparaison.

FEUILLE DE LA FLÈCHE

Les renseignements que je possède sont insuffisants pour traiter cette question.

RAMULE

17. **Longueur.** — La grande différence d'aspect entre les diverses Pinacées, provient de la présence de *rameaux nains*, de *rameaux demi-courts* et de *rameaux longs* chez les Pins, Cèdres, Mélèzes et *Pseudolarix*, et uniquement de rameaux longs chez les autres. Comme il a été dit plus haut, le caractère de rameau nain paraît primitif et on voit très bien lorsqu'on passe des *Pinus* aux *Cedrus, Larix, Picea, Abies*, etc., les rameaux nains et demi-courts disparaître pour laisser la place aux rameaux longs seuls (cf. p. 204).

En mettant — — pour les Pins qui ont des rameaux nains et demi-courts plus longs que dans les autres genres, le tableau est le suivant :

Pinus — — *Keteleeria* +.
Pinus — — *Cedrus* — *Abies* +.
Pinus — — *Larix* — *Pseudotsuga* +.
Pinus — — *Pseudolarix* —.
Pinus — — *Tsuga* +.
Pinus — — *Picea* +.

18. **Coussinets foliaires.** — Les coussinets ou les fortes écailles paraissent un caractère primitif. Le tableau est vérifié :

Pinus — *Keteleeria* +.
Pinus — *Cedrus* — *Abies* +.
Pinus — *Larix* — *Pseudotsuga* — +.
Pinus — *Pseudolarix* —.
Pinus — *Tsuga* —.
Pinus — *Picea* —.

Toutes les questions relatives à l'anatomie seront traitées dans l'étude du tronc.

BOURGEON

Il ne semble pas qu'on puisse dire grand chose de bien précis, peut être que les bourgeons fins et pointus (*Pseudotsuga, Abies bracteata*) représentent le type le plus évolué.

TRONC

19. **Rhytidome.** — L'apparition tardive d'un rhytidome paraît être un caractère évolué si on constate que les *Abies* possèdent ce caractère tandis que les *Pinus*, ne le possèdent pas. *Picea* et *Larix* sont à rapprocher des *Pinus*. Je n'ai pas de renseignements sur les autres genres.

20. **Canaux résinifères de l'écorce.** — La réduction de leur nombre et de leur dimension paraît être le sens de l'évolution. Ce serait parallèle à ce qui a été admis pour les feuilles. Le tableau est le suivant :

Pinus — *Keteleeria* —.
Pinus — *Cedrus* — *Abies* —.
Pinus — *Larix* — *Pseudotsuga* — *Pseudolarix* +.
Pinus — *Tsuga* +.
Pinus — *Picea* —.

Remarquons que dans le genre *Tsuga* les canaux sont peu nombreux à l'extérieur du liège. Ils manquent dans l'écorce proprement dite.

21. **Cellules à mucilage.** — Leur présence serait un caractère évolué qui ne se trouve pas chez *Cedrus*, mais a été signalé chez *Abies* et *Pseudolarix*. Ces cellules manquent aussi dans *Picea*, *Tsuga*, *Pseudotsuga* et *Larix*. On a donc :

Pinus ? *Cedrus* — *Abies* +.
Pinus ? *Larix* — *Pseudotsuga* — *Pseudolarix* +.
Pinus ? *Tsuga* —.
Pinus ? *Picea* —.

22. **Trachéides transversales.** — Dans le bois secondaire, la présence de trachéides transversales serait un caractère primitif. Ces trachéides existent chez les *Pinus*. Elles manquent chez les *Pseudolarix* et généralement chez les *Abies*. Dans les autres gen-

res *Larix, Picea, Pseudotsuga, Cedrus*, elles sont de plus en plus tardives. En marquant ces stades intermédiaires, le tableau devient :

Pinus — *Cedrus* — + *Abies* — + +.
Pinus — *Larix* — *Pseudotsuga* — + *Pseudolarix* + +.
Pinus — *Tsuga* — +.
Pinus — *Picea* — +.

23. **Epaississements spiralés.** — La présence de membranes à épaississements spiralés dans les trachéides serait plus évoluée que la présence de membranes lisses. Ces épaississements existent chez quelques *Pinus* et chez les *Pseudotsuga*. Dans les genres *Larix* et *Picea* ils ne se trouvent que dans certaines zones ou espèces.

Le tableau devient :

Priscopinus — *Pinus* — +.
Priscopinus — *Cedrus* — *Abies* —.
Priscopinus — *Larix* — + *Pseudotsuga* +.
Priscopinus — *Tsuga* —.
Priscopinus — *Picea* — +.

Enfin, les trachéides transversales peuvent avoir elles aussi des épaississements spiralés. Cela s'observe dans les *Picea*. Il y a un doute pour les *Pseudotsuga* ou Shaw décrit des membranes lisses et Pilger des membranes spiralées. Les membranes sont lisses chez *Cedrus, Tsuga, Larix* et les *Pinus haploxylon*. Les *Pinus diploxylon* présentent des membranes d'un type très spécial, à épaississements irréguliers et très accentués, qui n'est probablement pas analogue au type spiralé. Etant donnés les autres caractères primitifs des Pins diploxylon, on peut penser que les épaississements de leurs trachéides transversales représentent le type le plus primitif. Il est logique d'admettre que les épaississements spiralés sont pour les trachéides transversales, comme pour les trachéides normales, un caractère évolué.

On pourrait alors dresser le tableau suivant :

Pinus diploxylon — — *Pinus haploxylon* —.
Pinus — *Cedrus* —.
Pinus — *Larix* — *Pseudotsuga* ? —, ? +.
Pinus — *Tsuga* —.
Pinus — *Picea* +.

Je n'ai pas cru nécessaire de faire entrer ce caractère douteux dans le tableau.

24. **Parenchyme ligneux.** — Sa présence est plus évoluée que son absence. Ceci concorde avec la différenciation progressive des tissus depuis les Ptéridophytes jusqu'aux Angiospermes. Le tableau est :

Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* +.
Pinus — *Picea* +.

25. **Canaux résinifères dans le bois secondaire.** — La présence de ces éléments serait un caractère primitif. Dans les genres qui n'en ont pas, des traumatismes peuvent les faire apparaître. Ce serait un retour ancestral qui confirmerait l'opinion de JEFFREY et contredirait celle de PENHALLOW. En mettant le signe —+ pour les genres où les traumatismes peuvent provoquer la formation de canaux le tableau est :

Pinus — — *Keteleeria* —.
Pinus — — *Cedrus* — + *Abies* — +.
Pinus — — *Larix* — *Pseudotsuga* — *Pseudolarix* — +.
Pinus — — *Tsuga* — +.
Pinus — — *Picea* —.

26. **Sclérites de la moelle.** — Dans la moelle, la présence de sclérites ou de rangées de cellules lignifiées paraît être un caractère évolué. D'autre part ces éléments peuvent être isolés (+) ou groupés (++). Je n'ai pas trouvé de renseignements pour les autres genres.

Pinus ? *Keteleeria* + +.
Pinus ? *Abies* + +.
Pinus ? *Larix* — *Pseudotsuga* +.
Pinus ? *Tsuga* + +.
Pinus ? *Picea* + +.

RACINE

27. **Canaux résinifères primaires.** — Ainsi qu'il a été dit plus haut, la présence d'un seul canal axile est plus évoluée que la présence de plusieurs canaux. Le tableau est ainsi :

Pinus — *Keteleeria* +.
Pinus — *Cedrus* + *Abies* +.
Pinus — *Larix* — *Pseudotsuga* — *Pseudolarix* +.
Pinus — *Tsuga* +.
Pinus — *Picea* —.

28. **Thylles dans les trachéides.** — Leur présence paraît être un caractère primitif. En effet Chrysler a observé ces éléments dans le genre *Pinus* seulement. Ils sont localisés dans la racine et dans le premier anneau de l'axe du cône. Il est à remarquer que ces deux organes sont primitifs. Il est logique d'admettre que le caractère ancestral s'y est conservé. Les thylles peuvent être provoqués par des traumatismes, ce retour à un caractère ancestral peut être produit. Il serait intéressant de connaître quels sont les genres où Chrysler se demande, avec raison, si ces éléments n'ont pas une valeur phylogénétique analogue à celle des canaux résinifères du bois. J'ai admis cette analogie. Le tableau devient :

Pinus — *Cedrus* + *Abies* +.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Pinus — *Tsuga* +.
Pinus — *Picea* +.

Les *mycorhizes* fournissent peut-être aussi un argument en faveur du caractère primitif des *Pinus*. Elles sont dichotomiques dans ce genre. Au contraire, elles sont monopodiales chez *Picea, Larix, Abies*. Il est regrettable que les renseignements ne soient pas connus pour les autres genres.

CHATONS

29. **Châton mâle.** — L'étude comparée des châtons mâles présente un intérêt tout particulier. On y retrouve une évolution analogue à celle du cône et à celle des rameaux. Le genre *Pinus* apparaît comme beaucoup plus primitif que les autres.

Il est admis actuellement que le châton mâle est une fleur, dont l'axe porte des étamines.

Dans le genre *Pinus*, on peut admettre que les fleurs mâles ont chacune pour axe un rameau nain. Cette opinion est aussi celle de Doak (1935). Ces rameaux nains sont disposés en épi sur un rameau que j'appelle rameau demi-court. Cette disposition est identique à celle des rameaux végétatifs du Pin, où le rameau nain est aussi porté par un rameau demi-court (cf. p. 200). Le rameau demi-court fertile peut atteindre jusqu'à 5 cm. de long (*P. densiflora*). Chaque fleur est à l'aisselle d'une bractée en forme d'écaille (fig. 7).

Dans le genre *Cedrus*, le rameau demi-court est très court. Comme dans les rameaux stériles, le rameau demi-court porte

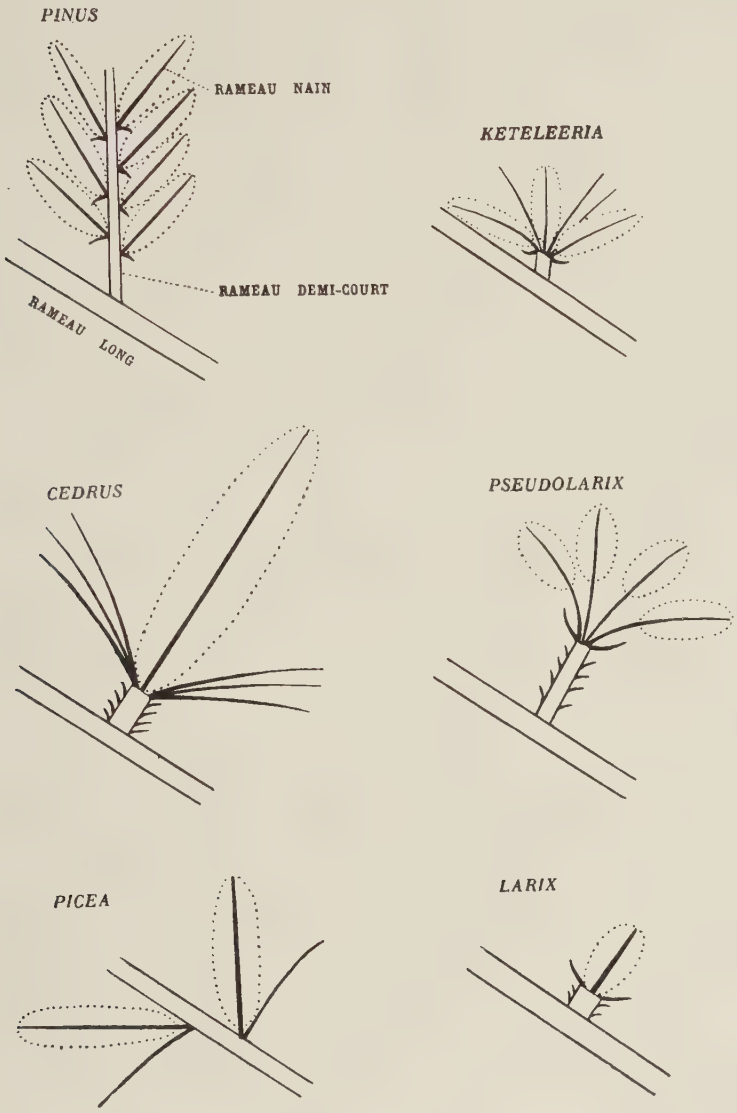


Fig. 7.

des rameaux nains. Un seul des nombreux rameaux nains est fertile, il n'y a qu'une seule fleur. Mais cette fleur est entourée

par une touffe de feuilles correspondant chacune, comme dans l'appareil végétatif, à un rameau nain. Le rameau demi-court porte aussi à son extrémité les écailles correspondant aux divers rameaux nains (fig. 7).

Si nous considérons maintenant le genre *Abies*, nous voyons que la fleur mâle est à l'aisselle d'une feuille de rameau long. Le rameau demi-court est extrêmement réduit et ne porte qu'un seul rameau nain.

Nous assistons donc à une évolution parallèle à celle observée dans l'appareil végétatif. Le rameau demi-court bien développé et portant de nombreux rameaux nains disposés en spirale (*Pinus*) se raccourcit. Les rameaux nains se rassemblent en verticille. Mais un seul d'entr'eux est fertile (*Cedrus*). Puis le rameau demi-court se réduit encore ne portant que le rameau nain fertile. Celui-ci paraît être à l'aisselle de la feuille de rameau long.

Le sens d'évolution *Pinus, Cedrus, Abies* est donc bien net, si on admet les structures indiquées.

Pour les autres genres le sens d'évolution est aussi celui qui est indiqué pour les autres caractères.

A partir de l'inflorescence mâle de *Pinus*, on peut passer à celle de *Keteleeria*. Dans ce genre, les fleurs mâles sont disposées en ombelle à l'extrémité d'un petit rameau dépourvu de feuilles. A la périphérie de l'ombelle se trouvent quelques écailles. Cette disposition très spéciale a été un des arguments les plus forts invoqués pour séparer le genre *Keteleeria* du genre *Abies* où on l'avait d'abord inclus. Si nous supposons que le rameau demi-court du Pin, portant les fleurs mâles, se raccourcit beaucoup, suivant le sens admis pour cette évolution, nous pouvons voir une disposition en somme analogue à celle du Cèdre, mais où tous les rameaux nains sont fertiles. Si on admet qu'un rameau nain stérile est plus évolué qu'un rameau nain fertile, le Cèdre représenterait un stade plus évolué que le *Keteleeria*. Il est curieux de constater que les rameaux demi-courts ont disparu partout chez les *Keteleeria*, sauf dans les deux organes fertiles, mâle et femelle. Le sens d'évolution *Pinus, Keteleeria* est donc parfaitement légitime.

Etudions maintenant le rameau évolutif *Pinus, Larix-Pseudotsuga* et *Pseudolarix*.

En étudiant l'inflorescence mâle de ces divers genres, on cons-

tate que le *Pseudolarix* a une disposition en tous points comparable à celle du *Keteleeria* étudiée ci-dessus. Par ce caractère *Pseudolarix* serait donc encore à un état assez primitif. Il aurait conservé une disposition que nous pouvons attribuer au genre hypothétique *Protolarix*. A partir de ce *Protolarix* on peut passer au *Larix* dans lequel le rameau demi-court porte une seule fleur, entourée d'écailles et dépourvue de feuilles. Cela dérive tout naturellement du type *Protolarix*, par diminution du nombre de rameaux nains. Remarquons l'analogie entre *Larix* et *Cedrus*, *Larix* représentant un stade plus évolué.

On peut passer du genre *Larix* au genre *Pseudotsuga*, comme on est passé du genre *Cedrus* au genre *Abies*. Les *Pseudotsuga* ont, en effet, une disposition tout à fait analogue à celle des *Abies*.

On peut donc résumer le sens d'évolution du rameau de la façon suivante :

Pinus, Protolarix, Pseudolarix.
Pinus, Protolarix, Larix, Pseudotsuga.

Les genres *Picea* et *Tsuga* ont des dispositions analogues aux *Abies*. Ils sont donc plus évolués que les *Pinus* et peuvent en dériver.

En résumé, les diverses étapes de la diminution progressive du rameau demi-court, sont les suivantes (fig. 7) :

— rameau demi-court assez long, nombreux rameaux nains : *Pinus;*

— rameau demi-court réduit, nombreux rameaux nains fertiles : *Keteleeria, Protolarix, Pseudolarix;*

— rameau demi-court réduit, un seul rameau nain fertile, plusieurs rameaux stériles (feuilles) : *Cedrus;*

— rameau demi-court réduit, un seul rameau nain fertile : *Larix.*

— rameau demi-court presque nul, un seul rameau nain fertile : *Abies, Pseudotsuga, Tsuga, Picea.*

L'ordre adopté dans le tableau est donc vérifié à propos des fleurs mâles et les considérations relatives aux types de rameaux chez les Pinacées, trouvent ici une très intéressante confirmation. Notons que le rameau demi-court du *Pinus* est peu individualisé

et se transforme facilement en rameau long, que le rameau demi-court des *Cedrus* et des *Larix* est beaucoup plus nettement individualisé et se transforme plus difficilement ou plus lentement en rameau long. Cela explique que les auteurs n'aient pas vu la différence entre un rameau long de *Pinus* et un rameau long d'*Abies* par exemple. Un rameau long d'*Abies* est toujours un rameau long et ne passe pas par le stade rameau demi-court. Un rameau long de *Pinus* commence par être un rameau demi-court. Le seul rameau constamment long du *Pinus* paraît être la flèche.

A propos de cette étude de l'organe mâle on peut constater que dans le genre *Pinus* les châtons les plus longs, donc les moins évolués se trouvent dans le groupe des *Diploxylon*, groupe que j'ai considéré comme le plus primitif chez les *Pinus*, pour d'autres caractères. De même le connectif des sacs polliniques est plus long chez les *Diploxylon* que chez les autres. Le raccourcissement de l'étamine paraît être le sens de l'évolution de cet organe.

On peut donc, par cette étude des châtons, vérifier le tableau proposé.

Pinus diploxylon — — *Pinus haploxylon* —.
Pinus — — *Keteleeria* —.
Pinus — — *Cedrus* — *Abies* + +.
Pinus — — *Protolarix* — *Larix* + *Pseudotsuga* + +.
Pinus — — *Protolarix* — *Pseudolarix* —.
Pinus — — *Tsuga* + +.
Pinus — — *Picea* + +.

Signalons que le sommet de l'étamine n'est pas pointu chez *Larix* et *Pseudotsuga*. Ce serait sans doute un caractère évolué.

30. **Grain de pollen.** — Le grain de pollen, à *vésicules aérifères*, serait plus primitif que le grain de pollen sans vésicule. J'ai pu observer que le grain de pollen de *Tsuga*, qui n'avait pas encore été décrit à ma connaissance, est dépourvu de vésicules. Si on admet le sens d'évolution proposé, le tableau se présente ainsi :

Pinus — *Keteleeria* —.
Pinus — *Cedrus* *Abies* -.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* +.
Pinus — *Pseudolarix* —.
Pinus — *Tsuga* +.
Pinus — *Picea* .

31. **Chaton femelle.** — Chez les fleurs femelles, le *tégument épais* pour l'ovule serait l'indice d'un type évolué. En l'admettant le tableau devient :

Pinus — *Keteleeria* ?
Pinus — *Cedrus* + *Abies* +.
Pinus — *Larix* — *Pseudotsuga* — *Pseudolarix* +.
Pinus — *Tsuga* +.
Pinus *Picea* —.

Signalons que le *tube micropylaire* est développé chez *Larix* et *Pseudotsuga*. Chez *Cedrus*, il est d'un autre type.

CONE

32. **Position.** — La position dressée ou pendante du cône peut être variable dans le même genre et au cours du développement dans le même individu. On peut admettre que le type dressé est plus primitif. La disposition dressée des cônes de Cycadées serait un argument en faveur de cette opinion.

Chez les *Pinus* actuels, il y a des types différents. Aussi vais-je supposer que *Priscopinus* avait des cônes dressés.

Priscopinus — *Keteleeria* —.
Priscopinus — *Pinus* — +.
Priscopinus — *Cedrus* — *Abies* —.
Priscopinus — *Larix* — + *Pseudotsuga* +.
Priscopinus — *Priscolarix* — *Pseudolarix* —.
Priscopinus — *Tsuga* +.
Priscopinus — *Picea* +.

La *caducité* du cône peut être considérée comme un caractère primitif, car l'évolution montre une tendance à conserver la graine le plus longtemps possible près de la plante mère. Mais ce caractère est très difficile à utiliser. Chez les *Pinus*, il y a des cônes caducs et des cônes persistants. Dans les autres genres, mis à part les *Abies* où l'axe du cône ne tombe pas, les cônes sont caducs plus ou moins tôt.

33. **Dimension des cônes.** — Elle est très variable suivant les espèces dans certains genres. Cela complique le tableau. Il est naturel d'admettre que les grands cônes sont plus primitifs que les petits cônes, la réduction des inflorescences étant admise comme le sens de l'évolution par beaucoup d'auteurs. La même chose peut se dire si on admet que le cône est une fleur.

La comparaison des cônes mâles et des cônes femelles peut apporter quelque éclaircissement au problème de la nature de ces cônes. Constatons que tout le monde est d'accord pour considérer le cône mâle comme une fleur et nous avons admis que cette fleur est constituée par un rameau nain. Chez *Pinus*, par exemple, ces diverses fleurs forment une inflorescence serrée autour d'un rameau demi-court. Si le cône femelle est, comme il a été supposé plus haut, formé d'un rameau demi-court (axe du cône) portant des rameaux nains (écaille et bractée), la fleur femelle est formée par le rameau nain. Il y a là une analogie satisfaisante avec la fleur mâle.

Si, au contraire, on envisage l'idée que le cône femelle est une fleur, à un rameau nain pour l'axe de la fleur mâle correspond un rameau demi-court pour l'axe de la fleur femelle, ce qui est moins satisfaisant.

Pour le cas qui nous occupe ici, il n'y a pas lieu de prendre parti entre les deux théories.

Si le cône femelle est une inflorescence, sa réduction correspond au type le plus évolué.

Si on admet l'autre théorie, si le cône femelle est une simple fleur, sa réduction paraît aussi être le sens de l'évolution.

En résumé, quelle que soit l'opinion admise, on peut raisonner de la même façon vis-à-vis du sens d'évolution.

Dans le genre *Pinus*, les cônes sont de dimensions très différentes. On peut admettre un genre *Priscopinus* à grands cônes. Remarquons que les plus grands cônes se trouvent dans le genre *Pinus*.

Le genre *Cedrus*, malgré des cônes assez grands ne les a pas toujours plus grands que ceux des *Abies*. Il faut donc considérer que certains ancêtres des *Cedrus* avaient des cônes de grande taille. Il faut aussi admettre un genre *Priscolarix* à cônes plus grands que ceux de *Pseudotsuga macrocarpa*. Avec ces hypothèses on a le tableau suivant :

Priscopinus — *Keteleeria* —.
Priscopinus — *Pinus* — +.
Priscopinus — *Cedrus* — + *Abies* — +.
Priscopinus — *Priscolarix* — *Larix* +.
Priscolarix — *Pseudotsuga* — +.
Priscolarix — *Pseudolarix* +.
Priscopinus — *Tsuga* + +.
Priscopinus — *Picea* — +.

Les documents fossiles n'apportent pas d'arguments bien probants au sujet de cette évolution des dimensions du cône. Ils ne nous montrent pas de cônes de Cèdres de grande taille. Mais il faut dire que les fossiles trouvés sont septentrionaux, ou de régions montagneuses, alors que les grands cônes auraient plus de chances de se trouver dans les régions à climats chauds comme aujourd'hui. Une statistique faite dans les genres *Pinus* et *Abies* semble indiquer que les formes septentrionales ont des cônes plus petits. Les cônes petits seraient donc plus évolués, ce qui correspond aux hypothèses admises ci-dessus. La réalité est d'ailleurs peut-être plus complexe si, dès l'origne, ont existé des types à grands cônes et d'autres à petits cônes.

34. **Date de mâturité.** — Certains cônes mettent deux ans à mûrir, on dit qu'ils sont à mâturité bisannuelle; d'autres mûrissent l'année même où ils se sont formés, on dit qu'ils sont à mâturité annuelle. On peut admettre que c'est là une disposition qui évite de subir les rigueurs de l'hiver et qui serait donc évoluée. En admettant cette idée le tableau se présente ainsi :

Pinus — *Keteleeria* +.
Pinus — *Cedrus* — *Abies* +.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Pinus — *Tsuga* +.
Pinus — *Picea* +.

35. **Ecailles.** — Elles peuvent être caduques ou persistantes. Dans le genre *Pinus*, les deux propriétés se trouvent à la fois. On peut admettre que l'écaille caduque qui protège moins longtemps la graine est plus primitive que l'écaille persistante et admettre des écailles caduques pour les *Priscopinus*. Le tableau devient :

Priscopinus — *Keteleeria* +.
Priscopinus — *Pinus* — +.
Priscopinus — *Cedrus* — *Abies* —.
Priscopinus — *Larix* + *Pseudotsuga* +.
Priscopinus — *Pseudolarix* —.
Priscopinus — *Tsuga* +.
Priscopinus — *Picea* +.

36. **Nature des bractées.** — Les bractées peuvent passer aux feuilles par transition continue, ou bien être très différentes des feuilles et sans transitions. *A priori,* le sens de l'évolution paraî-

trait devoir être de la transition vers l'absence de transition. Mais la question doit être complexe, car les bractées des Pins semblent homologues des écailles du rameau. D'autre part, l'analogie entre les bractées de la base du cône et les feuilles, chez les *Pseudotsuga* et *Larix*, n'est pas démontrée. La question est donc obscure. Pour que le tableau soit vérifié il faut admettre que la présence de bractées foliacées à la base du cône est un caractère évolué. Avec cette hypothèse, le tableau admis jusqu'ici est vérifié :

Pinus — *Keteleeria* —.
Pinus — *Cedrus* — *Abies* —.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Pinus — *Tsuga* —.
Pinus — *Picea* —.

37. **Taille des bractées.** — Ainsi qu'il a été dit plus haut, à propos des caractères évolutifs, la grande taille des bractées paraît être un caractère des espèces évoluées (cf. Première Partie).

Le tableau devient :

Pinus — — *Keteleeria* +.
Pinus — — *Cedrus* — *Abies* — + +.
Pinus — — *Larix* + *Pseudotsuga* + +.
Pinus — — *Pseudolarix* + +.
Pinus — — *Tsuga* — +.
Pinus — — *Picea* —.

38. **Tégument.** — La graine peut avoir un tégument épais, dur, mince ferme ou mince tendre. Ce dernier type paraît plus évolué car le caractère opposé, dur épais, ne se rencontre que dans le genre *Pinus* et souvent dans les graines sans ailes ou à aile réduite.

Le tableau devient :

Pinus — — + *Keteleeria* +.
Pinus — — + *Cedrus* + *Abies* +.
Pinus — — + *Larix* — + *Pseudotsuga* — + *Pseudolarix* +.
Pinus — — + *Tsuga* +.
Pinus — — + *Picea* +.

39. **Disposition de l'aile.** — Elle est variable suivant les genres. Dans certains cas, l'aile est absente. Puis, elle se développe et arrive à entourer la graine. C'est là, semble-t-il, le sens de l'évo-

lution. Chez les Pins on trouve plusieurs types. On admettra que le *Priscopinus* n'avait pas d'aile.

Le tableau devient alors en nuançant les transitions par l'emploi des signes — —, —, — +, +, + + :

Priscopinus — — *Keteleeria* + +.
Priscopinus — — *Pinus* — —, — +, +.
Priscopinus — — *Cedrus* + *Abies* + +.
Priscopinus — — *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Priscopinus — — *Tsuga* +.
Priscopinus — — *Picea* +.

40. **Adhérence de l'aile.** — Lorsque la graine est mûre elle peut garder avec elle un reste de l'aile ou se détacher de cette aile. Il est naturel de penser, vu l'ordre adopté ci-dessus, que l'aile adhérente est plus évoluée.

Le tableau devient :

Priscopinus — *Keteleeria* —.
Priscopinus — *Pinus* — +.
Priscopinus — *Cedrus* — *Abies* +.
Priscopinus — *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Priscopinus — *Tsuga* +.
Priscopinus — *Picea* —.

41. **Poches résinifères.** — Certaines graines présentent des poches résinifères. Leur existence paraît être évoluée. Dans cette hypothèse, le tableau devient, en admettant un *Priscopinus* primitif, car les *Pinus* actuels présentent les deux types possibles.

Priscopinus — *Keteleeria* +.
Priscopinus — *Pinus* — +.
Priscopinus — *Cedrus* + *Abies* +.
Priscopinus — *Larix* — *Pseudotsuga* — *Pseudolarix* +.
Priscopinus — *Tsuga* + +.
Priscopinus — *Picea* —.

DÉVELOPPEMENT

42. **Polyembryonie.** — La polyembryonie peut être *septale* lorsque un œuf donne plusieurs embryons. Elle peut être *simple* lorsque plusieurs œufs sont fécondés et donnent chacun un embryon. Ce dernier cas paraît le plus évolué. C'est d'ailleurs l'opinion de Buchholz.

Le tableau devient :

Pinus — *Keteleeria* ?
Pinus — *Cedrus* — *Abies* (—) +.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* +.
Pinus — *Pseudolarix* —.
Pinus — *Tsuga* —.
Pinus — *Picea* +.

43. **Cellules en rosette.** — Elles sont très développées dans les genres *Pinus* et *Cedrus*, dans quelques espèces d'*Abies*. Elles sont moins développées chez les autres *Abies*, les *Larix*, les *Tsuga* et les *Picea*. Elles sont absentes chez les *Pseudotsuga*. On peut admettre raisonnablement que la présence de ces cellules est un caractère primitif. Vis-à-vis de ce caractère le tableau est le suivant :

Pinus — *Cedrus* — *Abies* — +.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* + +.
Pinus — *Tsuga* +.
Pinus — *Picea* +.

44. **Rôle des cellules en rosette.** — Ces cellules en rosette peuvent jouer un rôle dans la polyembryonie et donner des embryons chez les *Pinus*, *Cedrus*. Le phénomène est plus rare chez *Abies* et *Tsuga*. Dans les autres genres les cellules en rosette ne donnent pas d'embryons, ce qui peut être considéré comme le sens de l'évolution. Le tableau se présente ainsi :

Pinus — *Cedrus* — *Abies* — +.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* + +.
Pinus — *Tsuga* — +.
Pinus — *Picea* +.

GERMINATION

45. **Divers types.** — La germinaison est *épigée* dans tous les genres sauf dans *Keteleeria*. Il n'y a pas lieu de faire un tableau. Si on admet que la germination *hypogée* est primitive, il faut supposer que *Priscopinus* et *Keteleeria* sont primitifs et que tous les autres genres sont évolués.

Si on suppose que la germination hypogée est évoluée, *Priscopinus* doit être épigé et tous les genres sauf *Keteleeria* conservent les caractères primitifs.

Pour se décider dans cette alternative, on peut remarquer que le type hypogé se trouve dans les Cycadées, le *Ginkgo*, les *Podo-*

carpus, le *Torreya*, et dans quelques *Araucaria*, c'est-à-dire dans des formes considérées généralement comme primitives. Il est donc naturel d'admettre que le type hypogé est primitif.

46. **Nombre de cotylédons.** — Le nombre de cotylédons est variable avec les genres et il est normal d'admettre que la diminution du nombre correspond à l'évolution puisque les Angiospermes ont un nombre réduit.

Le tableau fait d'après le nombre de cotylédons vérifie cette idée :

Pinus 5-18 *Keteleeria* 2-4.
Pinus 5-18 *Cedrus* 9-11 *Abies* 4-8.
Pinus 5-18 *Larix* 4-8 *Pseudotsuga* 5-8 *Pseudolarix* 4-5.
Pinus 5-18 *Tsuga* 3-4.
Pinus 5-18 *Picea* 3-15.

Les auteurs n'ont pas toujours été d'accord sur le sens de l'évolution vis-à-vis du nombre de cotylédons. Hill et de Fraine estimaient que la polycotylédonie était le caractère évolué. Buchholz et Helen Angela sont de l'avis contraire. On voit par le tableau ci-dessus que pour les Pinacées la seconde opinion paraît justifiée.

Les *Pinus* sont les plus primitifs car ils possèdent le nombre maximum le plus élevé, les *Keteleeria* et *Tsuga* sont les plus évolués. Les autres genres sont intermédiaires.

47. **Forme de jeunesse.** — Très différente de la forme adulte, elle semble être un caractère primitif. Dans le genre *Pinus*, la différence est très grande, nous la désignerons par — —. Le tableau devient alors :

Pinus — — *Keteleeria* +.
Pinus — — *Cedrus* + *Abies* +.
Pinus — — *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Pinus — — *Tsuga* +.
Pinus — — *Picea* — +.

48. **Denticulations des cotylédons.** — On peut distinguer des genres à cotylédons dentés, d'autres à cotylédons lisses. Le premier cas serait primitif. Les deux types se rencontrent dans *Pinus* et *Picea*.

Pinus — + *Keteleeria* +.
Pinus — + *Cedrus* + *Abies* +.
Pinus — + *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Pinus — + *Tsuga* +.
Pinus — + *Picea* — +.

49. **Denticulations des feuilles primaires.** — Les feuilles primaires peuvent être denticulées ou lisses. On peut admettre que la perte des dents est le sens de l'évolution.

Pinus — *Keteleeria* +.
Pinus — *Cedrus* + *Abies* +.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* +.
Pinus — *Tsuga* —.
Pinus — *Picea* +.

Nous avons ainsi passé en revue la plupart des caractères morphologiques et anatomiques qui paraissent intéressants.

On peut aussi faire appel à la cytologie.

CYTOLOGIE

50. **Nombre de chromosomes.** — Ce nombre est considéré comme pouvant augmenter dans les formes plus évoluées. Il est de 12 chez tous les genres sauf *Pseudotsuga* qui en possède 13 et *Pseudolarix* qui en possède 22. On a donc la série :

Pinus 12, *Larix* 12, *Pseudotsuga* 13, *Pseudolarix* 22.

C'est-à-dire :

Pinus — *Cedrus* — *Abies* —.
Pinus — *Larix* — *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* + +.
Pinus — *Tsuga* —.
Pinus — *Picea* —.

51. **Forme des chromosomes.** — Les chromosomes peuvent être *isobrachiaux* ou *hétérobrachiaux* (fig. 8). La comparaison des espèces pour ce caractère a été donnée plus haut, au début de cette étude des différents caractères (cf. p. 194). En admettant le sens d'évolution que j'ai cru légitime d'adopter, c'est-à-dire l'augmentation du nombre des *hétérobrachiaux*, le tableau devient :

Pinus — *Cedrus* + *Abies* +.
Pinus — *Larix* + *Pseudotsuga* + *Pseudolarix* + +.
Pinus — *Tsuga* +.
Pinus — *Picea* +.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

On peut encore faire appel à d'autres considérations de précision beaucoup plus faible, ce sont les considérations géographiques actuelles et passées. Ici il n'est plus question de précision

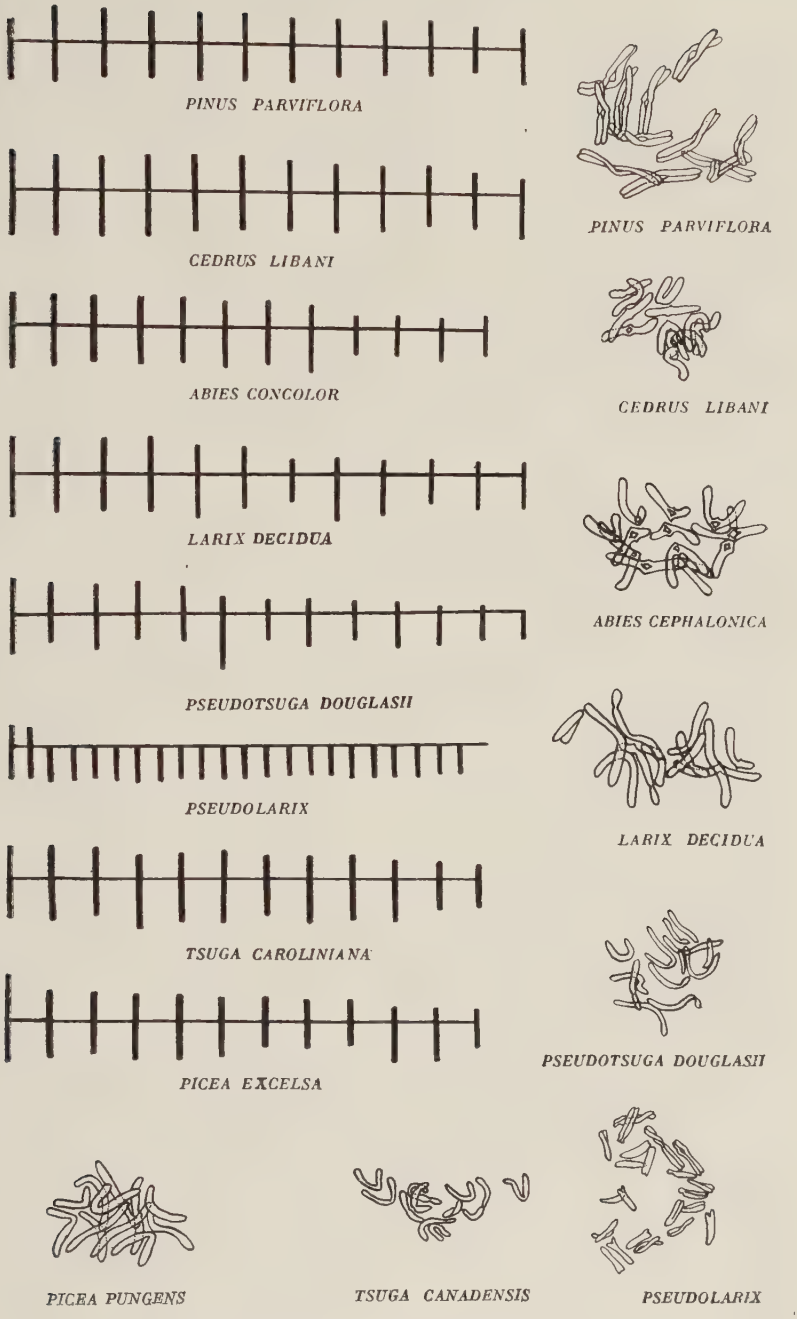


FIG. 8. — Diagrammes des chromosomes à la métaphase ou à la fin de l'anaphase, d'après SAX.

mais on peut avoir cependant des impressions moyennes. Il est logique d'admettre que les plantes septentrionales, adaptées à des conditions de climats nouvelles par rapport à celles du Secondaire, sont plus évoluées en moyenne que les méridionales, ayant conservé les anciennes conditions climatiques.

Chez les Pins, les *Diploxylon* sont plus méridionaux que les *Haploxylon*. Les *Keteleeria* sont méridionaux, mais moins que les Pins *Diploxylon*.

Les Cèdres sont plus méridionaux que les Sapins.

On peut admettre que *Priscolarix* était une espèce méridionale qui, dans les parties méridionales aurait donné les *Pseudotsuga* sauf en Himalaya. Il est à remarquer que le *Larix* himalayen est de beaucoup celui qui se rapproche le plus d'un *Pseudotsuga*. Il est peut-être voisin du type *Priscolarix*. Dans les parties septentrionales, *Priscolarix* aurait donné les *Larix*.

Tsuga est un genre septentrional. Le genre *Picea* de même et l'un et l'autre peuvent donc dériver de certains *Pinus*. L'ordre adopté dans ma classification est donc compatible avec les considérations géographiques. Au point de vue de la répartition géologique les documents sont tout à fait insuffisants, car nous n'avons pas suffisamment de fossiles méridionaux.

Le fait que les sections *Strobus, Cembra,* etc... existent chez les Pins depuis longtemps montre l'ancienneté de ce genre et la nécessité d'une étude approfondie pour déceler le polyphylétisme qui doit le caractériser.

Le fait que des Cèdres ont existé en Europe centrale est un argument pour admettre que l'origine des Sapins n'est pas nécessairement dans la région actuelle de l'aire des Cèdres. Leur présence dans l'Est de la Sibérie est très précieuse pour rendre vraisemblable l'origine des Sapins de ces régions.

Pour les *Larix*, les *Pseudotsuga* et les *Pseudolarix*, l'essentiel a été dit ci-dessus à propos de la géographie actuelle.

La présence des *Tsuga* fossiles en Europe ne nous apprend rien de bien particulier et il n'y a rien de spécial à dire non plus sur les *Picea*.

Mais un point sur lequel il est nécessaire d'insister est que les premiers fossiles connus dans le groupe des Pinacées appartiennent sans aucun doute à des Pins, des Cèdres, ou des genres affines.

CONCLUSION

Les nombreux caractères étudiés ont tous permis la vérification du tableau donné au début de cette étude (fig. 4). Mais on peut objecter qu'en prenant pour chaque caractère le sens inverse d'évolution on obtiendrait aussi un tableau où tous les caractères seraient vérifiés.

Tout revient à dire : les Pins sont-ils les plus primitifs des Pinacées ou sont-ils les plus évolués ? S'il s'agissait des Pins actuels, la question pourrait soulever des controverses. Mais le fait indubitable que les premiers fossiles connus sont des Pins donne une grande force à l'ordre adopté. D'autre part, dans beaucoup de cas, le sens d'évolution adopté a des raisons de l'être *a priori*.

On peut se demander si des petites modifications ne pourraient pas être introduites dans ce tableau. Un moyen très simple est de faire un tableau récapitulatif de tous les caractères, tableau à double entrée. Les caractères par rangées verticales et les genres par lignes horizontales. En copiant une ligne horizontale d'un genre A, et en la transportant sous celle d'un autre genre B, on peut voir en quoi les deux genres diffèrent. On peut voir également si l'évolution est possible de B à A. J'ai fait l'opération pour tous les cas possibles (Voir le tableau pp. 230-231).

Il est bien évident que *Priscopinus* étant considéré comme l'ancêtre général, chacun des genres est aussi évolué ou plus évolué pour tous les caractères. On pourrait donc imaginer un tableau où *Priscopinus* serait l'ancêtre direct de chacun des genres. Mais ce tableau ne permettrait pas de faire apparaître la parenté indiscutable de *Cedrus* et *Abies*, de *Larix* et *Pseudotsuga*. Et le tableau adopté est donc préférable. Vérifions, comme il a été indiqué ci-dessus, si on ne peut pas en trouver un meilleur.

Recherchons par exemple si *Picea* et *Tsuga* qui ont beaucoup de caractères communs ne peuvent pas être rapprochés.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	21	22	23	24	25	26
Picea.	+	—	+	—	+	—	+	+	+	—	—	—	+	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	+
Tsuga	+	—	+	—	+	—	—	—	+	—	—	+	+	+	—	—	+	—		+	—	—	—		—	+

	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Picea.	—	+	+	—	—	+	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+	+	—	—	—	+	—	+
Tsuga	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	—	+	—	+	+	+	+	—	—	+

On voit nettement que *Tsuga* ne dérive pas de *Picea* par tous les caractères. Pour les caractères 7, 8, 42, 44, 49, il y a impossibilité de faire dériver un type primitif d'un type évolué. Pour le caractère 23, il faut supposer que les *Tsuga* ne dérivent que de certains *Picea*, ceux qui ont le caractère primitif commun aux deux genres.

Donc les deux genres *Tsuga* et *Picea* sont voisins mais ne dérivent pas l'un de l'autre. Il n'était pas possible de les placer autrement dans le tableau.

La question du genre *Pseudolarix* soulève quelques difficultés. Je l'ai rattaché, dans le tableau au rameau *Priscolarix, Larix, Pseudotsuga*. Mais on pourrait avec autant de justifications, le rattacher au rameau *Pinus, Cedrus, Abies*. Une méthode qui résoudrait la difficulté, consisterait à faire dériver *Pseudolarix* directement du genre *Pinus*, indépendamment des deux rameaux. Mais si au lieu de compter les caractères communs on considère leur importance phylogénétique, on trouve que les caractères des stomates, par exemple, qui sont considérés comme particulièrement fidèles à la phylogénie, sont plus favorables au tableau que je propose qu'à l'idée de Jeffrey et Torrey qui rapprochent *Pseudolarix* de *Cedrus, Abies, Tsuga*.

Pour la question des chromosomes, le *Pseudolarix* se rapproche davantage du groupe *Larix, Pseudotsuga*. Ce groupe possède une tendance à l'augmentation du nombre de chromosomes. *Pseudotsuga*, en effet, a 13 chromosomes, au lieu de 12.

Les chromosomes hétérobrachiaux présentent des nombres plus élevés dans le groupe *Larix, Pseudotsuga* (6-7) que dans le groupe *Cedrus, Abies* (2-5). Or *Pseudolarix* en a 20.

Il y a là une série de caractères favorables à l'hypothèse que j'ai admise. Cependant, la présence de vésicules aérifères dans les grains de pollen est un caractère du *Pseudolarix* qui existe dans les genres *Cedrus* et *Abies* et n'existe pas dans *Larix* et *Pseudotsuga*.

Il y a donc une certaine incertitude pour le seul genre *Pseudolarix*. J'ai cependant considéré que les caractères stomatiques et chromosomiens étaient meilleurs et j'ai rattaché *Pseudolarix* au *Priscolarix*.

La discussion a été faite pour toutes les combinaisons possibles et réserve faite pour le *Pseudolarix*, on peut dire que *le*

tableau adopté est absolument le seul pour lequel il n'y ait aucune exception.

Le tableau a été fait avant d'avoir connaissance de tous les caractères étudiés ci-dessus, par exemple avant la recherche de documents sur la cytologie ou la polyembryonie. Ces caractères sont venus confirmer d'une façon remarquable le tableau déjà préparé. Je crois donc que ce tableau peut être considéré comme très justifié.

Arbre généalogique. — On peut essayer de représenter dans l'espace les rapports entre les genres. Cette représentation est plus facile et plus près de la réalité, qu'une représentation faite sur un plan.

On peut imaginer une représentation telle que la fig. 9, p. 233.

Le genre *Pinus* dérive directement de l'ancêtre *Priscopinus*. Les autres genres sont des rameaux latéraux qui se sont détachés à diverses époques géologiques, ces époques étant hypothétiques. Toute la partie de la figure qui correspond à une hypothèse est marquée de pointillés. Les rameaux ne sont ombrés à l'aide de traits qu'à partir de l'époque géologique qui a fourni des documents.

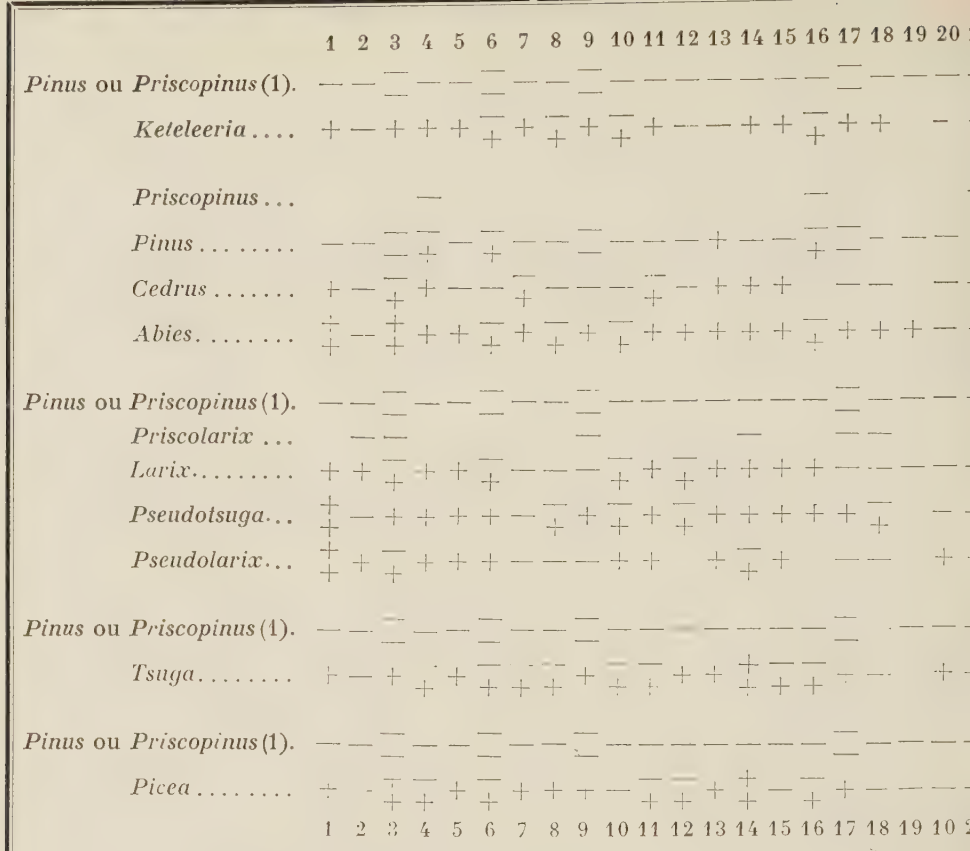
Par exemple les *Pinus* sont connus avec certitude depuis le Jurassique supérieur, les *Pseudotsuga* sont connus depuis le Miocène, etc.

La section des rameaux à chaque époque est représentée par le même signe que l'ellipse correspondante.

A l'époque actuelle correspondent les indications figurées sur l'ellipse supérieure. Les rameaux sont sectionnés par cette ellipse. La section est d'autant plus grande que le genre contient plus d'espèces. Son contour est d'autant plus sinueux que la classification du genre est plus complexe. Dans les *Pinus* une partie de la section correspond aux *haploxylon* : I, l'autre, plus importante, aux *diploxylon* : II.

Les genres sont plus ou moins éloignés du genre *Pinus*, suivant qu'ils sont plus ou moins évolués.

Les diverses sections sont divisées en secteurs indiquant la répartition géographique des genres. Quatre régions sont considérées : l'Europe, la région méditerranéenne, l'Asie et l'Amérique. On voit par exemple que les *Keteleeria* sont localisés, à l'heure actuelle, en Asie.

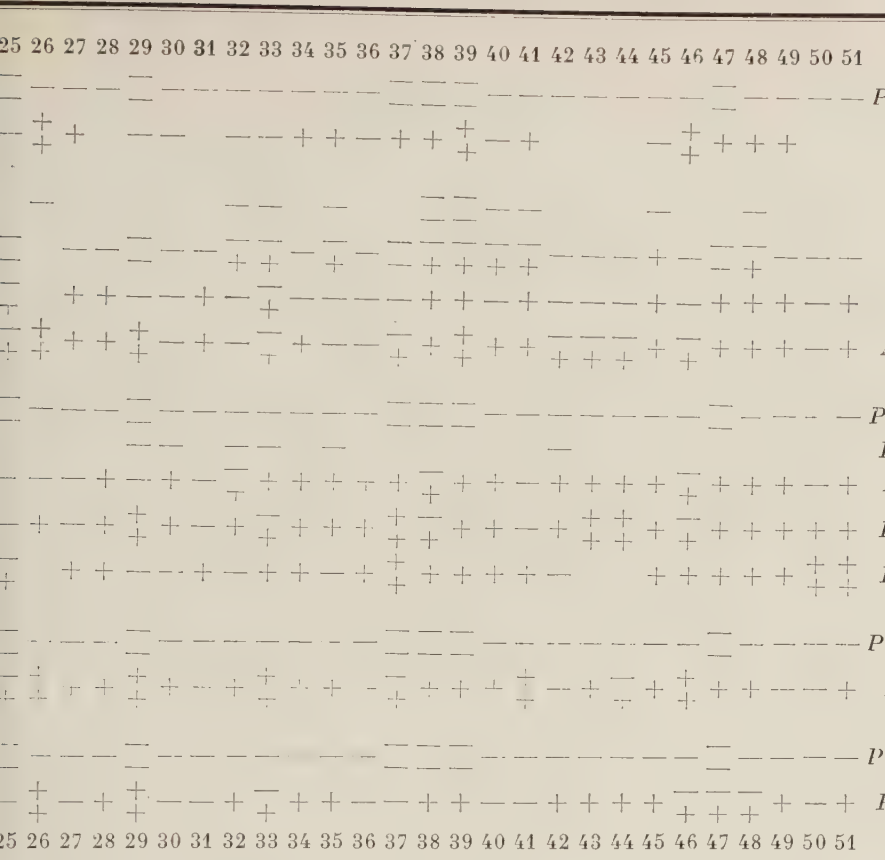


Dans le tableau ci-dessus, les caractères très primitifs sont désignés p
caractères très évolués par $\frac{+}{+}$

CARACTÈRES PRIMITIFS

1. Taille : réduite —
2. Persistance des feuilles —
3. Longueur des feuilles : feuilles courtes —
4. Denticulations du bord de la feuille : présence —
5. Disposition des stomates : absence de bandelettes —
6. Disposition amphistomatique —
7. Type monocyclique —
8. Extrémité de la feuille : Apex pointu —
9. Insertion des feuilles : présence de rameaux nains —
10. Sous-épiderme (ou hypoderme) : abondance —
11. Tissu palissadique : absence —
12. Parenchyme à replis internes —
13. Tissu transversal (Hydrostereome) : présence —
14. Canaux résinifères : nombre élevé —
15. Tissu de transfusion : abondance —
16. Faisceaux conducteurs : diploxylon —
17. Ramule : plusieurs types —
18. Coussinets foliaires : présence —
19. Rhytidome : absence —
20. Canaux résinifères corticaux : nombre élevé —
21. Cellules à mucilage : absence —
22. Trachéides transversales : présence —
23. Pas d'épaississements spiralés —
24. Parenchyme ligneux : présence —
25. Canaux résinifères du bois : présence —

(1) Les caractères indiqués sont ceux de *Pinus* excepté lorsqu'il est n



, les caractères primitifs par —, les caractères évolués par + et les

CARACTÈRES PRIMITIFS

26. Sclérites de la moelle : absence —
27. Racine : canaux résinifères primaires nombreux —
28. » thylles dans les trachéides —
29. Châtons mâles : inflorescence en épi —
30. Pollen : vésicules aérifères —
31. Ovule : tégument mince —
32. Cône : dressé —
33. » grande taille —
34. » maturité bisannuelle —
35. Ecailles : caduques —
36. Bractées : distinctes des feuilles —
37. » réduction —
38. Graine : tégument épais —
39. » absence d'aile —
40. » aile non adhérente —
41. » poches résinifères absentes —
42. Polyembryonie : septale —
43. Cellules en rosette : présence —
44. » formation d'embryons —
45. Germination : hypogée —.
46. Cotylédons : nombre élevé —
47. Forme de jeunesse : différente de l'adulte —
48. Cotylédons dentés —
49. Feuilles primaires : dentées —
50. Chromosomes : nombre minimum —
51. » hétérobrachiaux peu nombreux —

imaginer le type plus primitif : *Priscopinus*.

Les *Larix* manquent sur le pourtour de la Méditerranée, etc.

De plus, il est possible d'indiquer sur certains rameaux une répartition plus vaste aux temps géologiques. Par exemple, les *Cedrus* ont existé, en Europe au cours du Miocène. A la même époque, les *Larix* ont eu en Europe une aire plus vaste qu'à l'époque actuelle. Les *Tsuga* ont existé en Europe au Quaternaire, etc.

Dans la partie hypothétique de la figure, on remarque la parenté étroite entre *Abies* et *Cedrus*, *Larix* et *Pseudotsuga*. Ces deux derniers genres et le *Pseudolarix* dérivent d'un ancêtre commun (*Priscolarix*).

Le rameau des *Picea* et celui des *Tsuga* se détachent séparément du tronc ancestral commun à tous les genres.

De ce tronc ancestral hypothétique se détachent aussi des rameaux correspondant aux genres mal connus déterminés par les paléobotanistes et qui paraissent avoir existé au Crétacé, au Jurassique Moyen ou au Lias (*Pityospermum*, *Pityophyllum*, *Protopiceoxylon*, par exemple).

Mais cela ne veut pas dire que la question soit résolue d'une façon complète. Le genre *Pinus* est d'une grande complexité. J'ai été obligée d'attribuer parfois certains caractères au *Priscopinus*, d'une façon arbitraire. Si on séparait le genre *Pinus* en plusieurs faisceaux, on pourrait voir que le faisceau qui donne *Cedrus* et *Abies* n'est peut-être pas le même que celui qui donne *Picea*. L'étude détaillée du genre *Pinus* est donc à faire et le tableau définitif ne sera possible que lorsque seront résolues les questions relatives au polyphylétisme de ce genre.

Dans les pages qui suivent nous allons voir aussi que les autres genres sont peut-être aussi polyphylétiques. Le tableau donné à la fig. 4, est donc probablement décomposable en plusieurs tableaux analogues. Cette question sera reprise en conclusion générale.

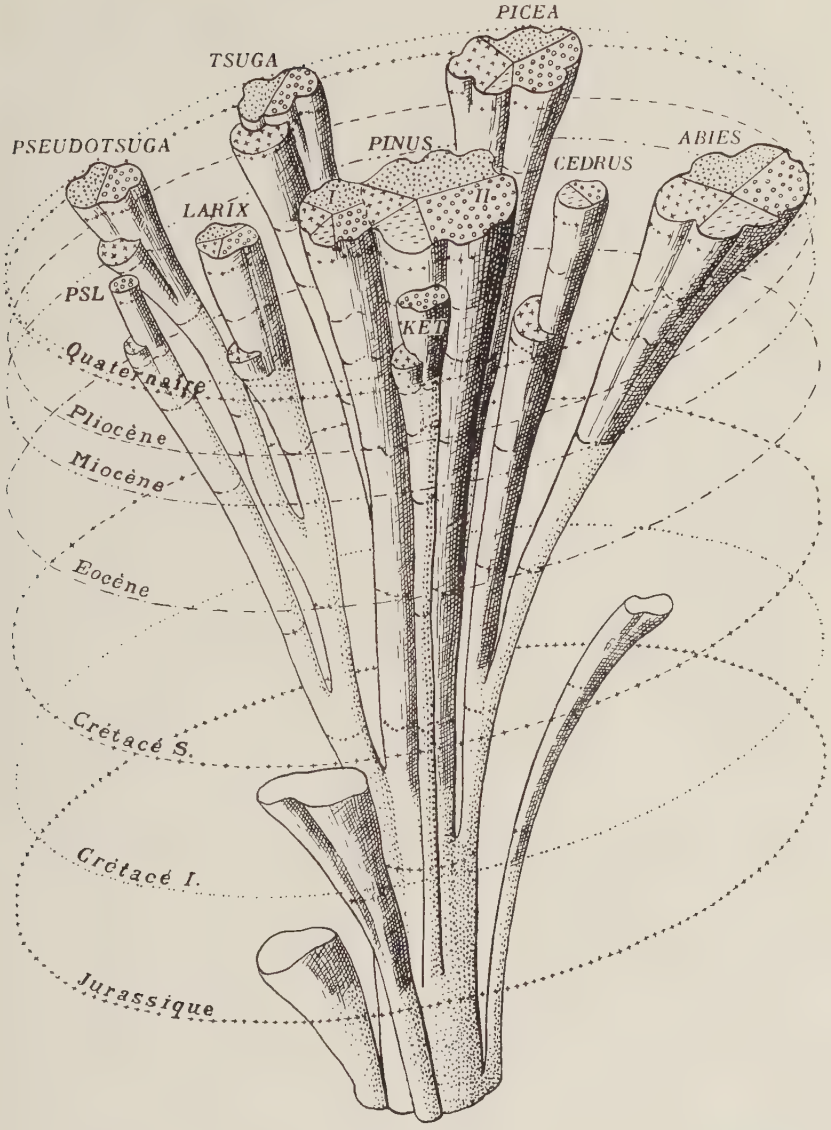


FIG. 9. — **Europe** (croix), **Région méditerranéenne** (traits), **Asie** (ronds), **Amérique** (pointillé).

PSL = PSEUDOLARIX; KET = KETELEERIA
I = PINUS Sect. Haploxylon.
II = PINUS Sect. Diploxylon.

CHAPITRE II

LE POLYPHYLÉTISME DES GENRES

Cette question a déjà fait l'objet d'une très courte note (1936 b). Elle est examinée ici avec plus de détails. Ainsi qu'il a été dit dans le préambule de cette deuxième partie, on peut envisager, dans chaque genre, la séparation de phylums indépendants. On vient de voir que cette idée découlait de la complexité du genre *Pinus*. On va voir que l'étude de la classification des espèces, faite dans la première partie, permet d'apporter des précisions sur cette question.

L'étude détaillée des espèces est indispensable avant de pouvoir aborder le problème du polyphylétisme. Aussi, suis-je obligée de parler ici uniquement des genres étudiés dans la première partie. Ce chapitre ne pourra être complet que le jour où les autres genres de Pinacées auront été étudiés avec le même détail. Mais suffisamment de faits intéressants apparaissent dans les Abiétées. C'est mon excuse si j'écris ce chapitre alors que tous les matériaux nécessaires pour le traiter d'une façon complète ne sont pas encore réunis.

Dans les pages qui suivent il sera donc surtout question des genres *Keteleeria, Abies, Pseudotsuga, Tsuga* et *Picea.*

Chaque genre a été divisé en un certain nombre de phylums dont la répartition géographique avait une remarquable homogénéité. A voir les choses de loin on est tenté de trouver une relation entre les caractères des phylums et le milieu géographique dans lequel ils se développent. Mas la répartition géographique n'explique pas tous les détails. Plusieurs phylums peuvent exister dans la même région. On en a vu de nombreux exemples au Japon ou dans la Chine centre-occidentale. Cependant, les espèces y sont soumises à un même complexe de conditions géographiques. Il est donc permis de penser que les différences morphologiques ou anatomiques sont jusqu'à un certain point

indépendantes des conditons géographiques et dues essentiellement aux conditions phylétiques.

Il est plus probant encore de constater que dans une même région, quelques espèces de chaque genre présentent un même caractère et ce caractère se retrouve dans tous les genres. Si toutes les espèces des cinq genres possédaient ce caractère, on serait forcé d'invoquer en tout premier lieu l'influence géographique. Mais s'il s'agit de quelques espèces seulement de chaque genre, l'hypothèse d'une influence ancestrale commune aux espèces douées du même caractère apparaît alors comme une explication plausible.

PREMIER EXEMPLE

Un de ces caractères est la forme de la section transversale de la feuille des Abiétées. Cette section présente deux types distincts : l'un qui est le plus général, dans lequel les bords de la feuille sont arrondis en section transversale. L'autre, plus rare, où ces bords sont aigus et plus ou moins recourbés vers le bas. La feuille est en même temps aplatie. Si on étudie ce caractère du bord de la feuille dans toutes les espèces d'Abiétées, on constate que le deuxième type ne se trouve que dans des espèces chinoises. Il est accentué dans le Yunnan et le Se Tchouen.

Ces espèces sont (fig. 10 et 11) dans le genre *Abies :*

A. Sutchuenensis, A. Faxoniana, A. Delavayi, A. Forrestii, A. Georgei, A. chensiensis. (Je n'ai pas pu figurer la section de *A. Faberi.*)

dans le genre *Pseudotsuga :*

Ps. Gausseni, Ps. Forrestii, Ps. sinensis.

dans le genre *Tsuga :*

Ts. tchekiangensis, Ts. Forrestii, Ts. chinensis, Ts. patens, Ts. yunnanensis.

dans le genre *Keteleeria :*

K. Fortunei, K. Roulletii, K. formosana, K. cyclolepis, K. Dopiana, K. Chien-Peii, K. Evelyniana, K. Davidiana.

Dans cette région chinoise, le genre *Abies* présente 10 espèces dont 4 n'ont pas le caractère considéré. Dans le genre *Tsuga,* deux espèces (*Ts. longibracteata* et *Ts. calcarea*) n'ont pas les

ABIES FAXONIANA

ABIES GEORGEI

ABIES FORRESTII

ABIES SUTCHUENENSIS

ABIES CHENSIENSIS

ABIES DELAVAYI

TSUGA TCHEKIANGENSIS

TSUGA FORRESTII

TSUGA YUNNANENSIS

TSUGA CHINENSIS

TSUGA PATENS

TSUGA BRUNONIANA

PSEUDOTSUGA GAUSSENI

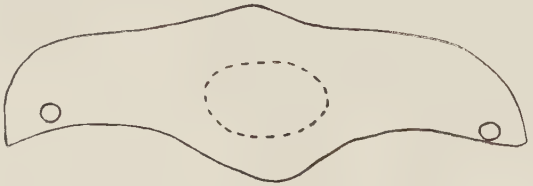
PSEUDOTSUGA FORRESTII

PSEUDOTSUGA SINENSIS

KETELEERIA ESQUIROLII

KETELEERIA DOPIANA

KETELEERIA CHIEN PEII



KETELEERIA EVELYNIANA

KETELEERIA FORTUNEI

KETELEERIA DAVIDIANA

KETELEERIA ROULLETII

Fig. 10, 11.

bords aigus. Le genre *Pseudotsuga* est représenté par un nombre si réduit d'espèces que les possibilités de variations sont faibles. Il en est de même du genre *Keteleeria* dont les espèces sont très voisines, géographiquement et systématiquement. Seul le genre *Picea* ne présente pas le type de feuille en question. Cette exception peut renforcer l'hypothèse de l'indépendance des conditions géographiques et du caractère spécial à certaines Abiétées chinoises. Il semble qu'il s'agit là d'un caractère ancestral dont on peut rechercher l'origine dans un ancêtre commun ou dans des ancêtres voisins.

DEUXIÈME EXEMPLE

Un deuxième fait comparable s'observe dans la région péripacifique asiatique et américaine. Ici, l'aire géographique est encore plus hétérogène. On ne peut pas comparer les conditions du Japon à celles de l'Alaska ou des Rocheuses. Dans cette région les genres *Abies, Picea, Tsuga* et *Pseudotsuga* présentent dans quelques espèces des feuilles à grands canaux sécréteurs. Il existe en effet chez les Abiétées deux tailles de canaux nettement différentes. Or, la grande taille ne s'observe que dans des espèces du Japon, de la Mandchourie et de la Province maritime, du Nord-Est de la Sibérie, du Kamtchatka, de l'Alaska et du Nord de l'Amérique. Ces espèces sont (cf. fig. 12) dans le genre *Abies :*

A. sibirica, A. nephrolepis, A. Mayriana, A. sachalinensis, A. gracilis, A. subalpina et *A. arizonica.*

dans le genre *Picea :*

P. Koyamai, P. Maximowiczii, P. Glehnii, P. albertiana.

dans le genre *Pseudotsuga :*

Ps. Salvadori, Ps. japonica, Ps. caesia.

dans le genre *Tsuga :*

Ts. Sieboldii, Ts. Blaringhemi, Ts. diversifolia.

On peut remarquer que ces différentes espèces se ressemblent aussi par la taille réduite et la forme non cylindrique du cône.

Or, dans cette région péripacifique, toutes les autres espèces d'Abiétées, qui sont nombreuses, ont des canaux de diamètre moyen ou réduit, du type de ceux qui sont dessinés dans les figu-

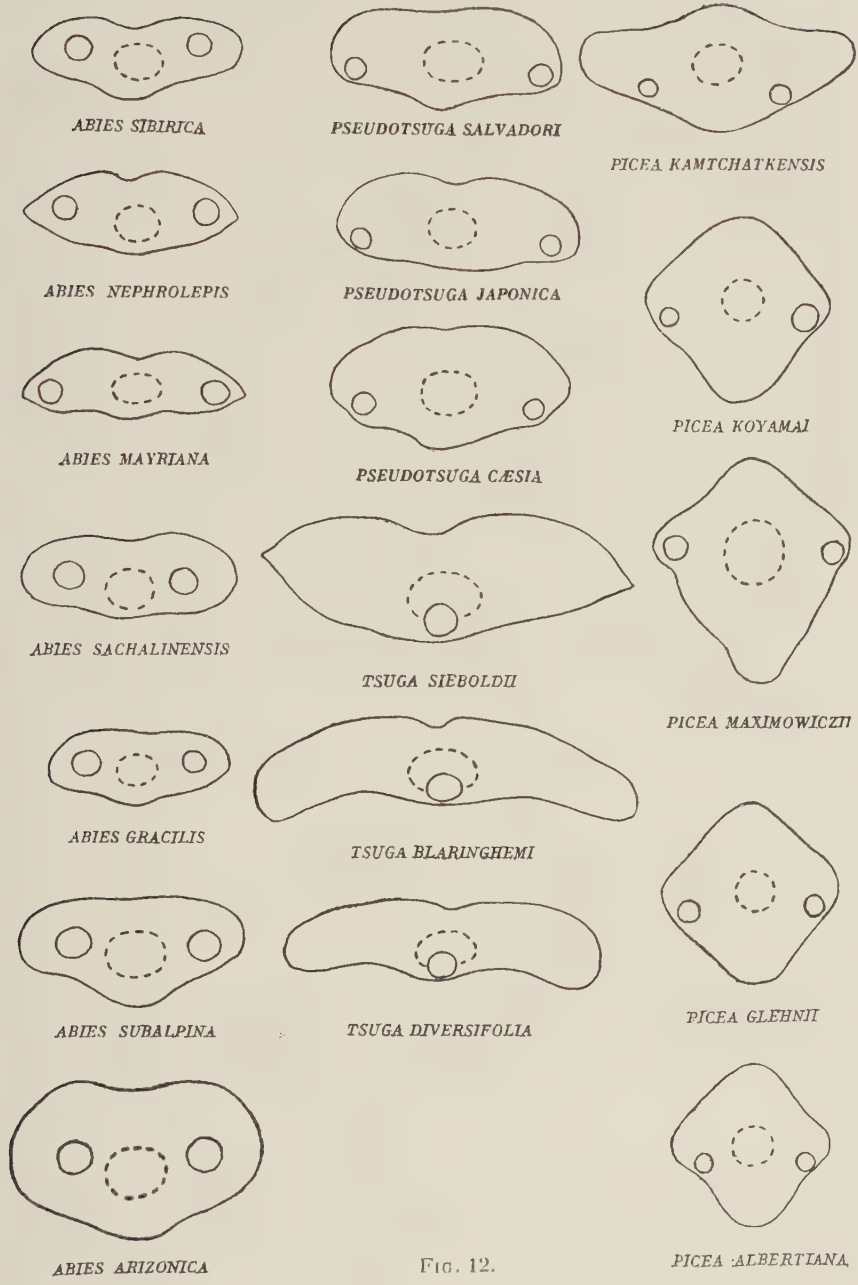

ABIES SIBIRICA
PSEUDOTSUGA SALVADORI
PICEA KAMTCHATKENSIS
ABIES NEPHROLEPIS
PSEUDOTSUGA JAPONICA
PICEA KOYAMAI
ABIES MAYRIANA
PSEUDOTSUGA CÆSIA
ABIES SACHALINENSIS
TSUGA SIEBOLDII
PICEA MAXIMOWICZII
ABIES GRACILIS
TSUGA BLARINGHEMI
ABIES SUBALPINA
TSUGA DIVERSIFOLIA
PICEA GLEHNII
ABIES ARIZONICA
PICEA ALBERTIANA

Fig. 12.

res 10, 11, 13 et qui peuvent servir de points de comparaison pour préciser ce qu'il faut entendre par canaux de grand ou de petit diamètre.

Il est difficile d'attribuer la présence des grands canaux à l'influence des conditions géographiques.

Cette hypothèse serait à envisager si toutes les espèces de la même région présentaient le caractère, ce qui n'est pas le cas. On pourrait objecter que les grands canaux foliaires apparaissent peut-être indépendamment des conditions géographiques, par simples mutations. Dans ce cas, il serait normal que la mutation se produise n'importe où, aussi bien dans le centre de la Chine que dans l'Himalaya ou qu'en Europe. On ne voit pas pourquoi quelques espèces de la région péripacifique possèderaient seules ce privilège. Une seule hypothèse répond aux diverses objections, c'est celle d'un ancêtre commun à grands canaux foliaires, qui aurait donné les ancêtres des espèces péripacifiques signalées plus haut. Celles-ci auraient conservé le caractère ancestral. Quant aux espèces à petits canaux de la même région, ou bien elles dérivent d'un autre ancêtre à petits canaux foliaires primitifs eux aussi, ou bien elles dérivent des ancêtres des espèces précédentes et les petits canaux sont une manifestation de l'évolution.

Quoi qu'il en soit de la fragilité des diverses hypothèses envisagées, il est intéressant de signaler le fait qu'elles essaient d'expliquer.

TROISIÈME EXEMPLE

L'étude comparée de la section de la feuille vient de permettre de séparer d'une part un groupe d'Abiétées chinoises à feuilles plates, aiguës au bord, d'autre part, un groupe d'Abiétées péripacifiques à grands canaux foliaires. D'autres Abiétées restent à examiner, notamment la plupart des américaines, puisque ces dernières sont en nombre réduit dans les deux groupes précédents.

Une vingtaine d'espèces prises dans les quatre genres *Abies*, *Picea*, *Tsuga* et *Pseudotsuga*, peuvent être rapprochées et former un groupe, caractérisé par une section foliaire épaisse, à bords latéraux épais eux aussi. Le canal sécréteur y est de diamètre réduit (fig. 13).

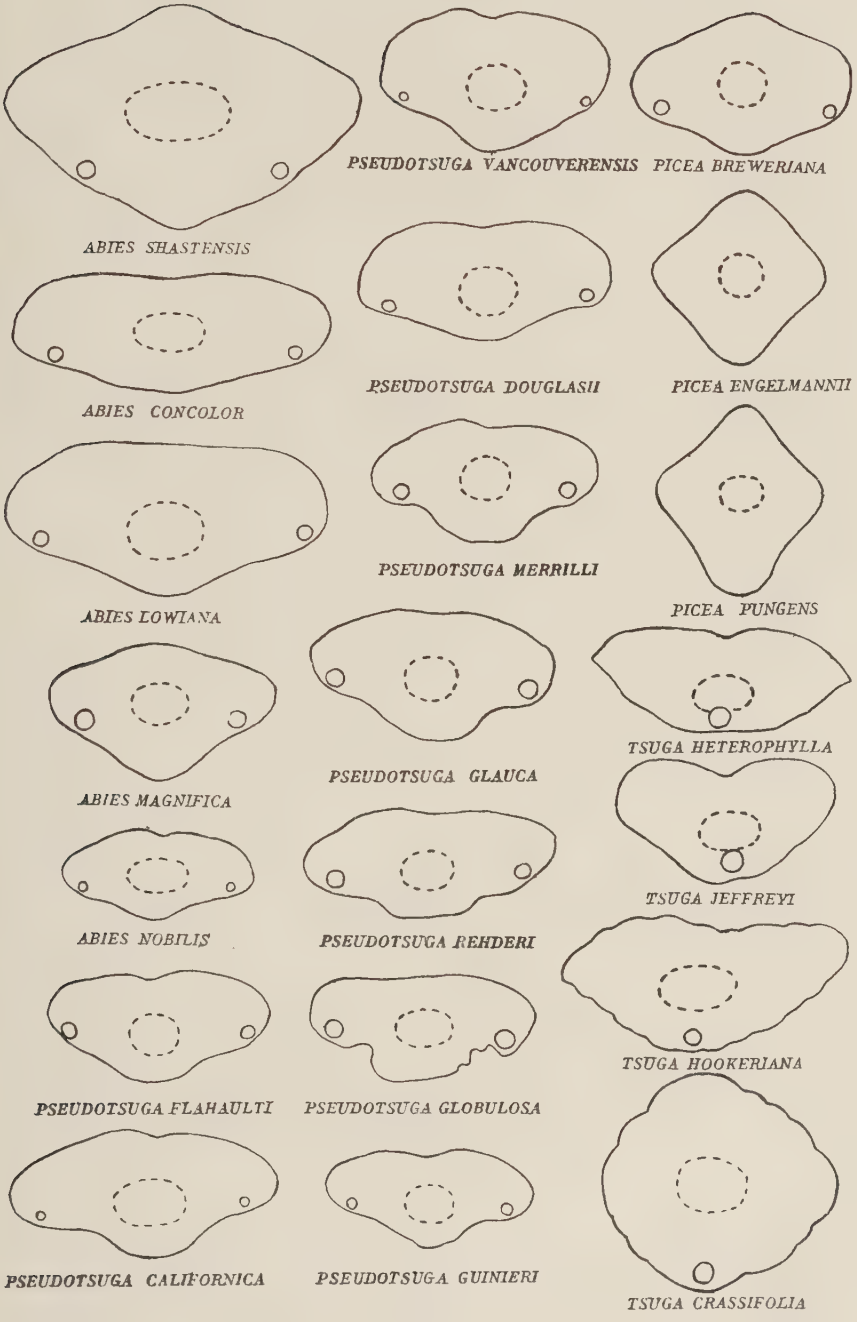

ABIES SHASTENSIS
PSEUDOTSUGA VANCOUVERENSIS
PICEA BREWERIANA
ABIES CONCOLOR
PSEUDOTSUGA DOUGLASII
PICEA ENGELMANNII
ABIES LOWIANA
PSEUDOTSUGA MERRILLI
PICEA PUNGENS
ABIES MAGNIFICA
PSEUDOTSUGA GLAUCA
TSUGA HETEROPHYLLA
ABIES NOBILIS
PSEUDOTSUGA REHDERI
TSUGA JEFFREYI
PSEUDOTSUGA FLAHAULTI
PSEUDOTSUGA GLOBULOSA
TSUGA HOOKERIANA
PSEUDOTSUGA CALIFORNICA
PSEUDOTSUGA GUINIERI
TSUGA CRASSIFOLIA

Fig. 13.

Ces espèces sont :

dans le genre *Abies :*

A. shastensis, A. concolor, A. Lowiana, A. magnifica, A. nobilis.

dans le genre *Pseudotsuga :*

Ps. Flahaulti, Ps. californica, Ps. vancouverensis, Ps. Douglasii, Ps. Merrilli, Ps. glauca, Ps. Rehderi, Ps. globulosa.

dans le genre *Picea :*

P. Breweriana, P. Engelmanni, P. pungens, P. sitchensis.

dans le genre *Tsuga :*

Ts. crassifolia, Ts. Hookeriana, Ts. heterophylla, Ts. Jeffreyi.

En l'absence d'autres indications, le seul contour de la section ne permet pas de reconnaître en général à quel genre on a affaire. Seul le canal unique distingue *Ts. Jeffreyi* d'un *Abies* ou d'un *Pseudotsuga* du tableau.

P. Breweriana présente plus d'analogies avec les autres genres qu'avec les autres espèces d'Epiceas.

Les *Abies* et les *Pseudotsuga* sont à peu près identiques.

L'analogie entre les sections foliaires d'*Abies, Picea* et *Tsuga* de ce tableau est renforcée par la présence de stomates sur les deux faces de la feuille (seul *Ts. heterophylla* fait exception).

Or, il existe dans la même vaste région des espèces dont la section de la feuille est nettement différente, en particulier large ou aplatie (*A. bracteata, A. grandis; Ps. macrocarpa, Ps. macrolepis*). Il n'est donc pas certain que ce caractère des feuilles épaisses soit en relation avec les conditions géographiques. D'ailleurs ce type de feuille se retrouve aussi en Asie orientale, ce qui n'a rien de surprenant puisque les Abiétées américaines et asiatiques ont quelques indices d'une vieille parenté.

On peut donc penser que la forme triangulaire elliptique de la section de la feuille est un caractère ancestral qui indique une parenté étroite entre les ancêtres des divers genres d'Abiétées.

QUATRIÈME EXEMPLE

Enfin, s'il est intéressant de faire l'étude comparée des caractères anatomiques des Abiétées, il n'est pas sans intérêt de rechercher dans les divers genres des caractères morphologiques communs. Ceux-ci sont peu nombreux, chaque genre étant très

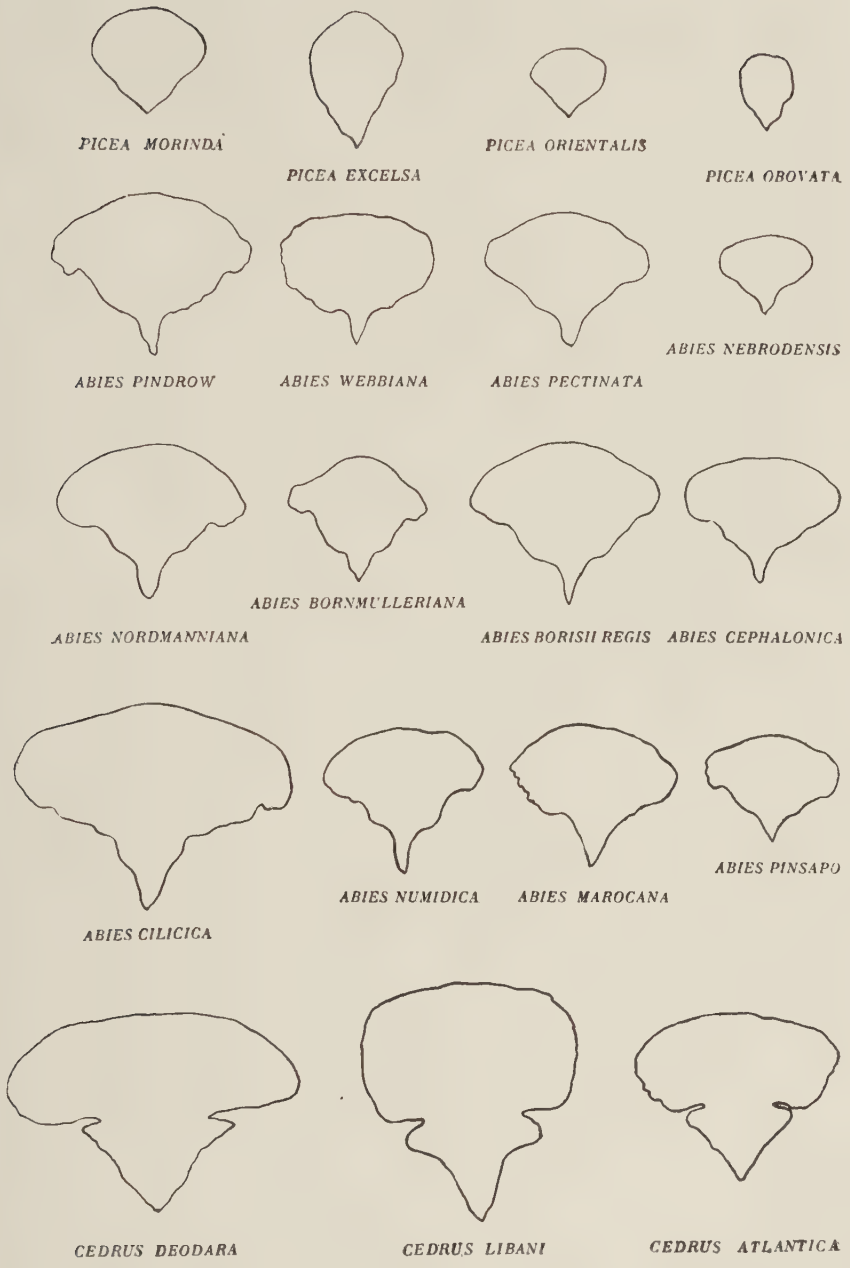

PICEA MORINDA
PICEA EXCELSA
PICEA ORIENTALIS
PICEA OBOVATA
ABIES PINDROW
ABIES WEBBIANA
ABIES PECTINATA
ABIES NEBRODENSIS
ABIES NORDMANNIANA
ABIES BORNMULLERIANA
ABIES BORISII REGIS
ABIES CEPHALONICA
ABIES CILICICA
ABIES NUMIDICA
ABIES MAROCANA
ABIES PINSAPO
CEDRUS DEODARA
CEDRUS LIBANI
CEDRUS ATLANTICA

Fig. 14.

variable. Cependant, je crois que l'on peut trouver dans les écailles du cône une quatrième illustration de la ressemblance étroite qui existe entre certains caractères de genres par ailleurs très distincts. L'étude des *Abies* himalayens, balkano-pontiques et européo-africains montre une grande similitude des cônes par leur taille et la forme des écailles. Celles-ci sont toujours du même type que l'on peut appeler triangulaire-arrondi ou cunéiforme ailé. Le type opposé, réniforme ailé ou auriculé, fréquent en Asie orientale (*A. Veitchii* par exemple) et en Amérique, ne se rencontre pas de l'Himalaya au Maroc. Dans le tableau ci-joint sont figurées à la même échelle les écailles de :

A. Pindrow, A. Webbiana, A. Nordmanniana, A. Bornmülleriana, A. Borisii Regis, A. cephalonica, A. pectinata, A. nebrodensis, A. cilicica, A. numidica, A. marocana, A. Pinsapo.

La similitude est très nette. Le même type d'écailles se rencontre pour la même région, dans le genre *Picea :*

P. morinda, P. excelsa, P. orientalis, P. obovata.

Il est vrai que dans ce genre la forme de l'écaille est relativement constante.

Les *Tsuga, Pseudotsuga* et *Keteleeria* n'ont pas de représentants dans la région considérée.

Il est intéressant de remarquer que l'écaille cunéiforme se retrouve dans le genre *Cedrus* dont l'aire se superpose en partie, à celle des *Abies* eurasiatiques. *C. Deodara, C. Libani* et *C. atlantica*, qui n'appartiennent pourtant pas au groupe des Abiétées, présentent beaucoup d'analogie pour la taille du cône et la forme des écailles, avec les Abies de l'Himalaya, de Syrie et de l'Atlas. On trouve donc là un argument en faveur de l'hypothèse d'un ancêtre commun à partir duquel se seraient différenciés les genres *Abies* et *Cedrus*. Les documents fossiles révèlent une aire très vaste pour le genre *Cedrus*. Sa localisation actuelle dans les régions méridionales de l'hémisphère Nord serait l'indice d'une ancienneté plus grande que celle des *Abies*. Ces derniers, plus évolués, seraient mieux adaptés aux conditions géographiques variées.

De plus, l'étude de la classification naturelle du genre *Abies* a montré combien il était difficile de rattacher les groupes VII (himalayen) et VIII (circumméditerranéen) aux précédents, en particulier au groupe VI de la Chine centre-occidentale. Il est

possible qu'ils dérivent d'un ancêtre spécial, lequel aurait des affinités avec l'ancêtre des Cèdres himalayens et circumméditerranéens. A propos de l'étude des rapports des genres et de la classification générale des Abiétinées, cette hypothèse d'une origine commune des genres *Abies* et *Cedrus*, a été souvent envisagée.

CONCLUSION

On ne peut pas pour ce chapitre donner une conclusion aussi complète et aussi satisfaisante que pour le chapitre précédent. C'est, en effet, une conception nouvelle pour les Pinacées et qui aurait besoin encore de très volumineux travaux avant de pouvoir être mise au point de façon approfondie. Il y a plus d'un siècle qu'on cherche à classer les genres sans succès, il est difficile d'imaginer que la question puisse être résolue d'un seul coup.

D'autre part, j'ai indiqué que je n'avais pas encore d'opinion suffisante sur les genres *Pinus*, *Cedrus*, *Larix* et *Pseudolarix*. On peut donc seulement suggérer des schémas évolutifs possibles et encore sans entrer dans la précision de détail.

Dans l'introduction de la II[e] partie, il a été montré qu'il n'y avait pas incompatibilité entre la classification naturelle des genres envisagée dans l'hypothèse du monophylétisme et l'idée du polyphylétisme. Il est d'ailleurs nécessaire de remarquer, et ceci me paraît très important, que les caractères des phylums dans l'idée du polyphylétisme ne sont pas les caractères qui servent à séparer les genres. Les caractères de phylums sont du type que j'ai appelé *spécifique* et ils diffèrent des caractères *génériques*.

Malgré l'insuffisance de ma documentation, je vais tâcher de donner une idée des tableaux de filiation possibles en admettant le polyphylétisme.

Appelons A un phylum caractérisé, par exemple, par des feuilles plates à bord aigu plus ou moins roulé. Ce caractère se transmettrait sans variations pendant très longtemps et la descendance pourrait changer de genre sans que le caractère se modifie. On peut imaginer alors un tableau comme celui-ci où j'indique en italique ce qui est pour le moment une supposition.

Il n'a pas été trouvé de *Picea* répondant à ce caractère. On peut admettre soit que ce caractère est incompatible avec ceux

du genre *Picea*, soit que les *Picea* qui le possédaient ont disparu, soit que l'ancêtre n'a pas donné de *Picea* dans sa descendance.

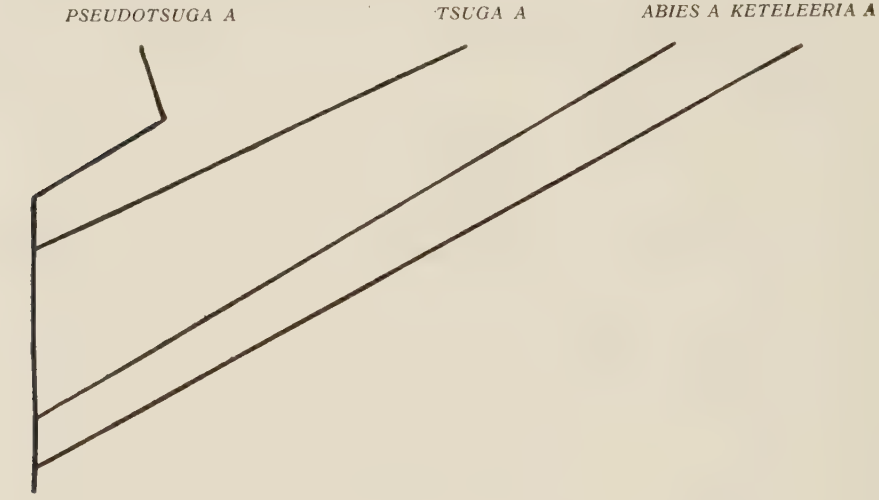


FIG. 15

Appelons B un phylum caractérisé par des feuilles à grands canaux résinifères.

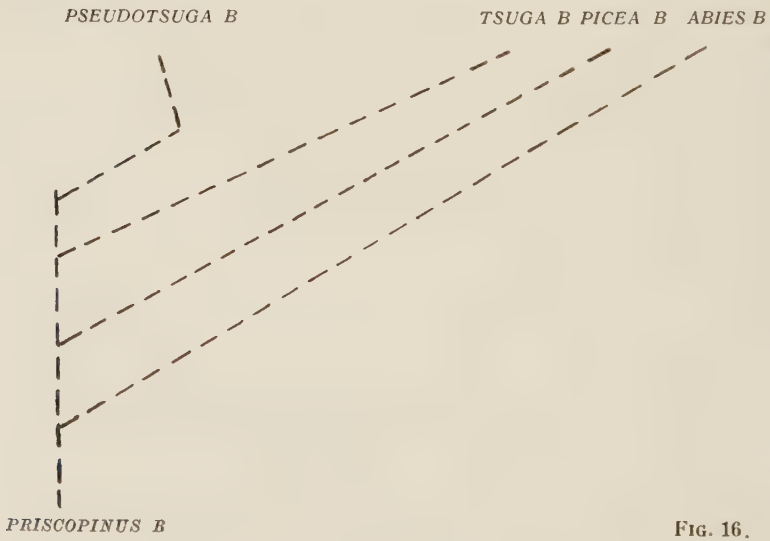


FIG. 16.

Appelons C un phylum caractérisé par des feuilles étroites, épaisses à petits canaux résinifères. Ce caractère se trouve dans

les genres d'Abiétées américaines et même dans les *Larix* de la même région.

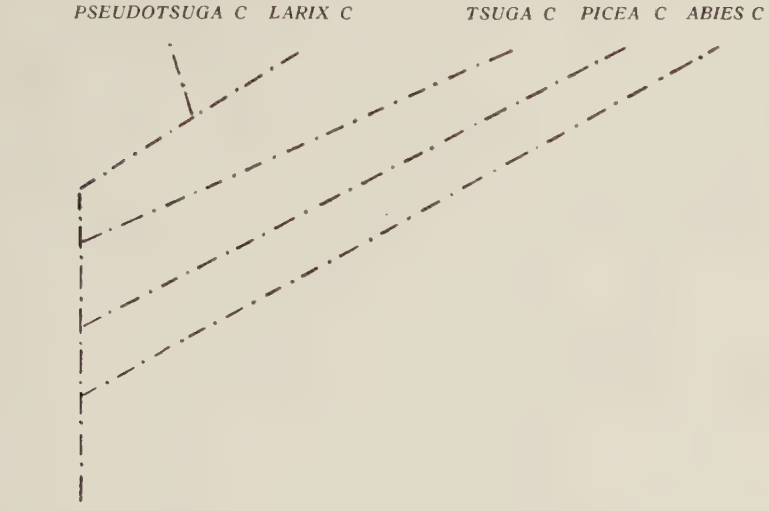


Fig. 17.

Appelons D un phylum caractérisé par des écailles cunéiformes. Ce caractère a été trouvé dans les genres *Abies, Picea, Cedrus*. Il est possible que ce phylum renferme aussi des espèces des genres *Keteleeria* et *Pseudotsuga*. Ceux-ci ont, en effet, semble-t-il, existé en Europe aux temps géologiques et on peut avec quelques raisons imaginer que les écailles avaient le type considéré ici. Ce type se retrouve, en effet, dans les *Keteleeria* actuels. Les *Pseudotsuga* tendent au contour réniforme plus évolué.

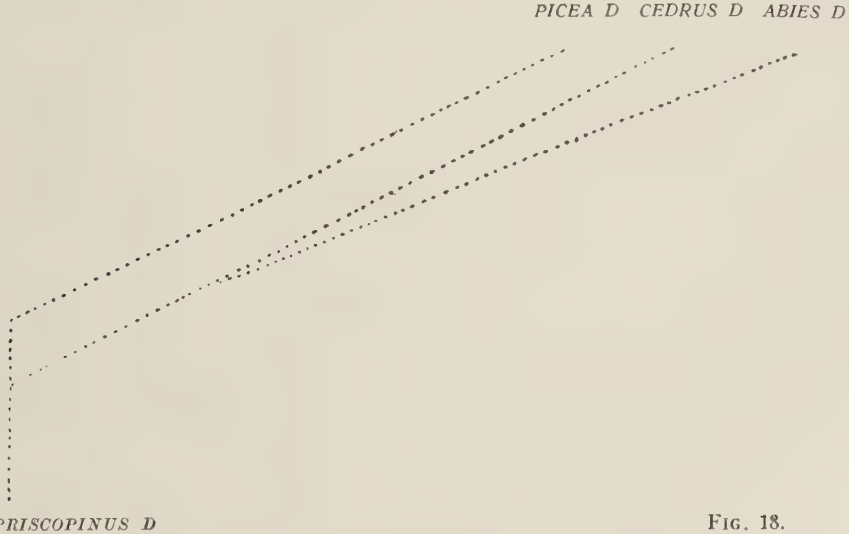


Fig. 18.

Ces exemples font saisir le mécanisme possible. Le tableau de la fig. 4 est conservé, mais chaque nom, *Abies, Tsuga,* etc..., représente un faisceau de phylums indépendants. *Abies* A a plus de parenté avec *Pseudotsuga* A ou *Tsuga* A qu'avec *Abies* B. Les caractères de genres ne seraient pas des caractères phylétiques.

Si on supperpose les quatre tableaux obtenus on voit apparaître nettement un polyphylétisme des Abiétées.

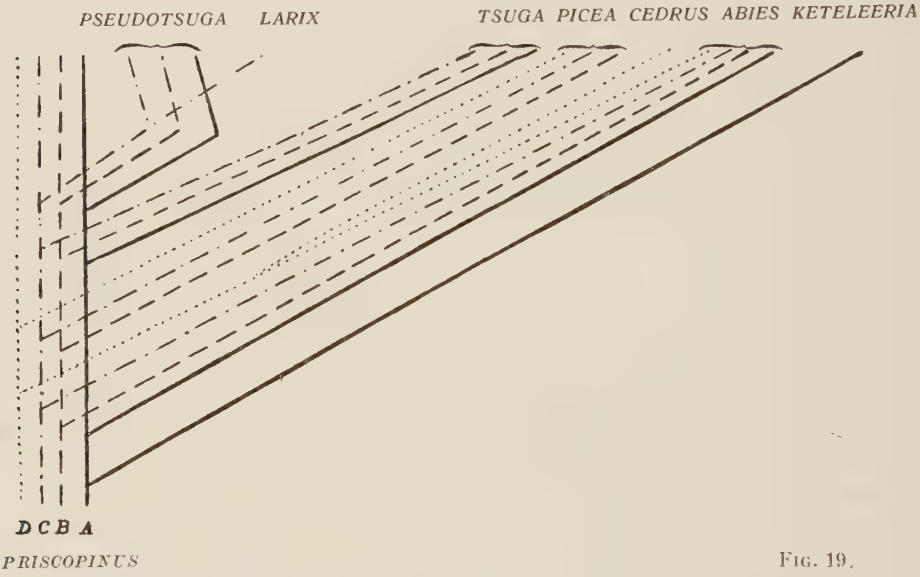


Fig. 19.

Les idées modernes sur la génétique et sur l'importance des chromosomes seraient assez favorables à cette hypothèse de l'indépendance de certains groupes de caractères et ceci m'amène à voir comment les généticiens envisagent cette question.

Vaviloff (1932), dans son article sur les processus de l'évolution des plantes cultivées insiste sur la présence de séries homologues dans la variation, phénomène dont il a fait une loi. Il trouve dans des plantes cultivées de nombreux exemples de parallélisme des caractères dans des espèces différentes d'un même genre ou même dans des genres différents de la même famille. Ainsi, il observe que les dimensions des graines des fruits et des fleurs augmentent progressivement quand on va de l'Himalaya vers la Méditerranée. De grandes dimensions pour ces organes seraient caractéristiques de la région méditerra-

néenne. Dans l'Est de l'Asie on constate un développement sans doute simultané d'orges nues, de millets nus et d'avoines nues. Le Pérou et la Bolivie sont caractérisés par beaucoup de genres et d'espèces portant des tubercules.

Cet auteur estime que le même phénomène se produit chez les plantes sauvages. Deux interprétations paraissent possibles pour cette question : ou bien le caractère est lié au milieu et se développe dans une région déterminée de la même façon, sur des espèces ou des genres proche parents, ou bien ce caractère appartient à certains phylums et dans la suite des transformations spécifiques il peut changer de genre. Dans le cas qui nous occupe, le caractère de grands canaux résinifères foliaires se trouve dans diverses espèces d'*Abies*, de *Picea, Pseudotsuga, Tsuga*, de la région japonaise et de la Sibérie orientale. Dans la première interprétation on dira que ce milieu géographique provoque la formation de grands canaux résinifères dans les espèces de ces genres proches parents. Dans la seconde interprétation on admettra que certains phylums sont caractérisés par la présence de grands canaux résinifères et que ces phylums passent de genre à genre au cours de l'évolution des espèces. Ainsi, si les *Cedrus* sont les ancêtres des *Abies*, un phylum de *Cedrus* à grands canaux aura dans sa descendance les *Abies* à grands canaux. Ceci implique le polytopisme des genres.

Il est bien difficile de dire quelle est la part de vérité de chacune de ces hypothèses qui ne s'excluent probablement pas l'une l'autre.

Il faut tout de même remarquer que si le milieu est en cause pour provoquer la formation d'un caractère, il semblerait logique que toutes les espèces proches parentes de la même région possèdent ce caractère. Puisque le caractère est assez important pour se trouver dans des genres différents, les différences spécifiques dans un même genre ne devraient pas être suffisantes pour empêcher la généralité de ce caractère. Pour en revenir à notre exemple, un certain nombre d'*Abies* japonais ont de grands canaux (*A. Mayriana, A. sachalinensis*), des *Picea* japonais ont de grands canaux (*P. Koyamaï, P. Maximoviczii*), d'autres *Abies* et d'autres *Picea* japonais ont de petits canaux. Il est pourtant probable qu'il y a plus de différences entre un *Abies* à grands canaux et un *Picea* à grands canaux qu'entre un *Abies* à petits canaux et un *Abies* à grands canaux, qui vivent côte à côte.

Dans la seconde hypothèse, cette difficulté n'existe pas puisque la présence du grand canal est un caractère de phylum. Le phylum devient ainsi l'unité de classification fondamentale et la constitution des gênes des diverses espèces implique que l'évolution passe nécessairement par des genres successifs, toujours les mêmes. Si, par exemple, certains *Pinus* ont donné les *Cedrus* qui ont donné les *Abies,* tout phylum de ce groupe de Pins, en évoluant, passe par les stades Cèdre et Sapin. La présence simultanée des différents genres dans la nature actuelle serait simplement la preuve de rapidités différentes dans l'évolution.

Cette hypothèse est évidemment assez révolutionnaire, car elle implique le polytopisme des genres et peut amener à de nombreuses modifications des théories paléogéographiques. Mais je ne crois pas qu'on puisse la repousser d'une façon absolue. Il est possible que dans certains cas elle corresponde à la réalité.

De toutes façons ,on peut l'envisager comme hypothèse de travail et l'étude ci-dessus vient de montrer des exemples où cette hypothèse permet des rapprochements intéressants.

TROISIÈME PARTIE

RÉVISION DES GENRES

A. — RÉVISION DU GENRE *KETELEERIA*

INTRODUCTION

Le genre *Keteleeria* apparaît comme un genre très distinct des autres Pinacées et présentant des caractères ancestraux très remarquables. J'ai pu signaler l'importance de ces particularités dans l'étude de la classification des Pinacées.

Cette position isolée du genre *Keteleeria* n'est pas apparue tout de suite aux auteurs qui ont décrit des échantillons de ce genre, après les explorations assez récentes en Extrême Orient. Pour des raisons morphologiques, Carrière qui avait un sens très aigu des différences chez les Conifères, avait créé un genre spécial. Mais il n'a pas été accepté tout de suite sans discussions. Pendant longtemps on rattachait les espèces au genre *Abies*.

Avec l'exploration de plus en plus poussée des montagnes chinoises et indochinoises on a pu reconnaître l'existence de plusieurs espèces de *Keteleeria*. Dans une étude récente, où j'ai fait intervenir des considérations anatomiques, j'ai pu reconnaître l'existence de plusieurs espèces nouvelles.

Une révision de ce genre très intéressant apparaît donc comme absolument nécessaire. Je l'ai entreprise, en suivant le plan adopté dans les travaux du Laboratoire Forestier de Toulouse.

Je renvoie à l'introduction de la revision du genre *Abies* par M. Th. Viguié et H. Gaussen, où est établi le plan général de l'étude d'un genre de Conifères.

Il n'est pas encore possible de faire la révision complète de toutes les questions relatives au genre *Keteleeria*. Les trois pre-

mières parties du plan d'ensemble vont être seules traitées ici:

Histoire de l'étude des *Keteleeria*.
Description générale du genre.
Monographie et Iconographie des espèces actuelles.

J'ai cependant ajouté, comme l'a fait LACASSAGNE, un quatrième chapitre consacré à des tableaux de détermination pratique.

Ce tableau peut avoir quelque utilité en attendant qu'une étude plus poussée permette d'utiliser d'autres caractères.

I. HISTORIQUE
DE LA CONNAISSANCE DU GENRE

Un grande confusion a existé au début de l'étude de ce genre. Comme l'explique fort bien Carrière, qui a créé le genre *Keteleeria*, Fortune avait trouvé un arbre près d'un temple à Foo-chow-Soo et on avait cru que c'était l'arbre appelé *Abies Jesoensis* par Siebold et Zuccarini. L'*Abies Jesoensis* est maintenant considéré comme un *Picea* et n'a rien de commun avec le *Keteleeria*.

Murray (1863) a décrit et dessiné sous le nom d'*Abies Fortunei* notre arbre qu'il supposait être venu du Japon. Cet auteur, une année auparavant, l'avait appelé *Picea Fortunei*. En 1855, Carrière avait confondu cette espèce avec le *Picea Jesoensis*. Ce n'est donc qu'en 1862 que l'arbre fut réellement séparé grâce à Murray.

Dans le Prodrome de de Candolle (1862), Parlatore distingue aussi le *Pinus Fortunei*.

En 1866 Carrière dédie à Keteleer, horticulteur belge, un genre nouveau. Il crée le *Keteleeria Fortunei*. Les auteurs indiquent en général 1867, mais, en réalité, Carrière avait créé le genre dans un article de la *Revue horticole* de 1866. Il trouve un air de parenté avec les *Podocarpus* et, d'autre part, reconnaît que les cônes ressemblent à ceux d'*Abies*. Mais les écailles *d'Abies* sont caduques tandis que celles de la plante de Carrière sont persistantes. « C'est en un mot une plante exceptionnelle. » Cet arbre n'était connu que par un seul exemplaire planté et, au moment où écrivait Carrière, on ne savait pas encore quelle pouvait être son origine.

En 1872, Dupuis publie un petit ouvrage sur les Conifères. Il désigne sous le nom d'*Abies Fortunei* le *Keteleeria* de Carrière.

Cet *Abies Fortunei* est aussi distingué par Koch en 1873.

Dans son étude de l'anatomie des Gnétacées et des Conifères, Bertrand (1874) n'a pas distingué le genre *Keteleeria,* il l'a réuni au sous-genre *Pseudotsuga.* Il signale que l'espèce *Davidiana* a des stomates à la face supérieure, pas de sous-épiderme entre les stomates et quinze files de stomates par bandelette. L'espèce *Fortunei* qu'il appelle *Picea Jesoensis* n'a pas de stomates à la face supérieure. Il possède 10 files de stomates par bandelette à la face inférieure. Il existe quelques amas de sous-épiderme sous l'épiderme supérieur.

Dans sa révision des Conifères du Japon, Masters, en 1880-81 discute la question de l'*Abies Fortunei.*

Plus tard, en 1886, le même auteur étudie un certain nombre de Conifères, parmi lesquelles il cite encore cet *Abies Fortunei,* pour lequel il donne de nombreux dessins.

En 1887, Lavallée, signale à Segrez (Seine-et-Oise) uniquement *Keteleeria Fortunei.*

En 1887, Carrière publie une note sur *Keteleeria Fortunei.* Il donne d'excellents dessins du cône avant mâturité et à mâturité. Il justifie la création du genre *Keteleeria.*

Dans l'ouvrage d'Engler et Prantl, Eichler (1889), considère, dans le genre *Abies,* un *Abies Fortunei* qu'il indique d'allure analogue au Cèdre du Liban.

C'est dans le travail de Pirotta que nous trouvons les premiers renseignements détaillés sur la structure anatomique du *Keteleeria Fortunei.* L'auteur considère la racine, la tige, et la feuille et donne d'intéressants renseignements sur leur structure.

Van Tieghem en 1891 montre la nécessité de distinguer le genre *Keteleeria* qui est bien caractérisé par l'anatomie des feuilles et les caractères des écailles du cône. Dans ce genre, il distingue quatre espèces : *Fortunei, Davidiana, sacra* et *Delavayi.* Il considère que les feuilles ont une petite côte médiane sur la face supérieure ce qui semble indiquer que son exemplaire d'*Abies Delavayi* était inexact. Il n'est pas impossible que ce soit le *Keteleeria Evelyniana* car l'auteur indique la présence de stomates sur les deux faces, caractère qui n'existe pas chez *Abies Delavayi* pas plus que la crête médiane, mais est au contraire très net dans *Keteleeria Evelyniana.* Il en résulte que si on voulait compliquer la synonymie, le *Keteleeria Evelyniana,* devrait s'appeler *Keteleeria Delavayi.* Van Tieghem est le premier à avoir im-

primé sinon une diagnose du moins des renseignements sur ce qu'il croyait être l'*Abies Delavayi* de Franchet.

L'auteur montre que *K. sacra* et *K. Davidiana* sont bien deux espèces distinctes, car la première a des stomates sur la face inférieure et la seconde sur les deux faces. Franchet et d'après lui, Beissner, les avaient considérées comme deux formes de la même espèce. Or, je trouve que *K. Davidiana* a des stomates sur les deux faces. C'est donc lui qui correspondrait au *K. sacra* de Van Tieghem.

Dans l'édition de 1891, de son ouvrage, Beissner cite *K. Fortunei* Carrière, *K. Davidiana, K. sacra.*

Dans Mouillefert (1892-98) *Keteleeria Fortunei* est seul retenu. *K. Davidiana, K. sacra* sont signalés.

Radais en 1894 consacre une étude détaillée aux écailles de *Keteleeria Fortunei.*

La même année paraît un nouveau travail de Pirotta. Il étudie la germination et la structure de la plantule de *K. Fortunei.* Il montre que cette germination est hypogée, à l'inverse de celle de la majorité des Conifères et des autres Abietinées : les Gnetacées, Gymnospermes évoluées sont épigées, les Cycadées, Gymnospermes primitives sont hypogées. D'autre part les *Keteleeria* ont deux cotylédons au lieu d'un nombre plus élevé comme chez la plupart des autres Abiétinées. Il y a là plusieurs caractères primitifs ou évolués qui donnent un intérêt tout particulier à ce genre.

De même, en 1894, Carrière donne des renseignements sur le bel échantillon de *K. Fortunei* de Rovelli, à Palanza. Il décrit l'inflorescence mâle, d'après Rovelli.

En 1895, l'Index Kewensis admet les espèces *K. Fortunei, K. Davidiana* et *K. sacra.*

Dans la révision des plantes de Chine de Forbes et Hemsley, publiée en 1902 par la *Linnean Society,* Masters fut chargé de l'étude des Conifères. Il distingua trois espèces de *Keteleeria : Davidiana, Fabri, Fortunei,* et un *Keteleeria nov. spec.* Le *K. Fabri* créé par Masters, n'est pas un *Keteleeria,* mais un *Abies.* Quant à la nouvelle espèce, non nommée, elle n'est connue que par un rameau d'herbier, venant du jardin botanique de Hongkong. La description est insuffisante pour avoir une idée précise de son identité.

L'année suivante, le même auteur décrit une espèce nouvelle, localisée au Yunnan qu'il nomme *K. Evelyniana*. Cette espèce mérite bien d'être considérée.

Dans son traité sur les arbres exotiques Mayr (1906) signale deux espèces de *Keteleeria : Fortunei* et *Davidiana*. Une figure montre une différence nette de feuille entre un rameau jeune et un rameau âgé de *K. Fortunei*.

En 1907, Masters étudie de nouveau les Conifères de Chine et considère trois espèces de *Keteleeria : Davidiana, Fabri, Evelyniana* et une espèce inconnue. L'année suivante, il donne un tableau des espèces de Conifères de Chine et des contrées voisines. Il indique, en Chine, quatre espèces de *Keteleeria*.

En 1908 Hayata décrit une nouvelle espèce de *Keteleeria*, qu'il appelle *K. formosana*.

Dans un article ultérieur, la même année 1908, Hayata appelle la même plante *K. Davidiana* var. *formosana*. Il donne un dessin de l'écaille et de la bractée.

Dans la deuxième édition de son *Traité des Conifères*, en 1909, Beissner distingue cinq espèces de *Keteleeria : Fortunei, Evelyniana, Fabri, Davidiana* et *nov. sp.* Masters. Il n'avait pas vu qu'un caractère net des *Keteleeria* était la carène à la face supérieure des feuilles. Aussi décrit-il *K. Fabri* avec une feuille à gouttière longitudinale. Cet arbre est un *Abies*.

Schelle en 1909, décrit lui aussi cinq espèces de *Keteleeria* parmi lesquelles *K. Fabri*, qui est en réalité un *Abies*.

En 1910, Leveillé publie la diagnose d'un nouveau *Keteleeria, K. Esquirolii*, qu'il sépare de *Fortunei, Davidiana* et *Fabri*.

Le *Keteleeria Fortunei* a donné lieu à de nombreuses études.

Lotsy (1911) en donne une représentation détaillée. Il signale aussi cinq autres espèces.

Hutchinson (1917) a étudié en détail sa morphologie. Remarquons que le grain de pollen a des formations irrégulières de cellules, caractère sans doute primitif.

En 1919, dans son premier inventaire des bois du Tonkin, Chevalier indique sous le nom de *Tsuga Roulletii* un arbre dont il ne donne pas de description. Il dit simplement : arbre à port d'*Araucaria* s'élevant de quinze à trente-cinq mètres de haut. Nous verrons qu'il s'agit du *Keteleeria Roulletii*.

Pavari (1921) signale en quelques lignes le genre *Keteleeria* et indique le succès de *K. Fortunei,* en Italie.

Lecomte en 1923, dans son étude des bois coloniaux, figure une section longitudinale du bois de *Keteleeria* d'Indochine. Le même auteur, en 1926, dans son étude des Bois de l'Indochine signale le *Keteleeria Davidiana.* Il étudie en réalité un des échantillons récoltés par Chevalier. Il s'agit du *K. Roulletii.* Dans l'Atlas des planches figure une section transversale et une section longitudinale du bois.

Dans leur ouvrage classique sur les Conifères (1923) Dallimore et Jackson étudient deux espèces de *Keteleeria : Davidiana* et *Fortunei.* Ils signalent les espèces *Evelyniana, Esquirolii, formosana,* qu'ils considèrent comme se rapportant à *Davidiana,* selon l'opinion de Wilson.

Bailey, en 1923, avait publié un traité des arbres sempervirents. En 1933, il l'a transformé en un traité des Conifères. Il admet seulement deux espèces de *Keteleeria* et considère que les espèces *Evelyniana* et *formosana* sont probablement des synonymes ou des variétés de *Davidiana.* La synonymie est indiquée dans cet ouvrage avec beaucoup de soin et de précision.

Silva Tarouca et Schneider (1923) donnent plusieurs belles photographies de *Keteleeria.* Ils distinguent un groupe à aiguilles peu pointues et écailles atténuées au sommet : *K. Davidiana, K. Fabri* Masters qui est sans doute identique à *Abies Delavayi.*

Un second groupe à aiguilles toujours très pointues et à écailles arrondies comporte *K. Fortunei* et *K. Evelyniana.*

La répartition actuelle et passée du genre *Keteleeria* est étudiée en 1926 par Studt. Il considère les espèces actuelles suivantes : *K. Evelyniana* Mast., *K. Fortunei* Carr. et *K. Davidiana* (Bert.) Beissn.

Nous trouvons une classification du genre dans le travail de Pilger (1926). Cet auteur distingue deux groupes d'après la forme des écailles. Le premier contient *K. Davidiana* avec une variété *formosana;* il considère comme proches parents : *Esquirolii* Lev. et *Evelyniana.* Le second groupe comprend *K. Fortunei* et la plante appelée *Podocarpus Mairei,* venant du Yunnan.

Dans le même ouvrage, Engler parle des *Keteleeria,* dans son chapitre sur la répartition des Conifères.

En 1929, FitzPatrick donne des clés de détermination des genres et espèces de Conifères. Il considère le genre *Keteleeria,* dans lequel il distingue trois espèces : *Fortunei, Davidiana* et *Evelyniana.* Il indique que cette dernière espèce est peut être identique à *K. Davidiana,* dont elle ne diffère que par des cônes plus petits. On verra que ce caractère de la taille réduite du cône de *K. Evelyniana* est inexact.

En 1931, dans l'étude des bois et des principaux sous-produits forestiers de l'Indochine, publiée à l'occasion de l'Exposition coloniale internationale de Paris, le genre *Keteleeria* est signalé au Laos. Il est indiqué à tort comme représenté par le *Tsuga Roulletii.* Il s'agit probablement du *K. Dopiana* Flous (1936).

La Flore de l'Indochine est étudiée la même année par Hickel. Il décrit le genre *Keteleeria* et parle de l'espèce de *K. Davidiana* dont il figure un rameau et une écaille.

Au cours de la même année paraît aussi un grand travail de Florin. De nombreuses indications y sont relatives au genre *Keteleeria* (*K. Davidiana, K. Evelyniana et K. Fortunei*). L'auteur donne une description morphologique des diverses feuilles jeunes et adultes, et étudie spécialement les formations épidermiques au point de vue morphologique et anatomique. Il étudie aussi la place du genre *Keteleeria* dans la classification.

Dans son *Traité de Dendrologie forestière* paru en 1932, Hickel signale deux espèces de *Keteleeria* : *Fortunei* et *Davidiana.*

Cheng en 1932 signale la présence au Kweichow de *K. Davidiana* d'après plusieurs échantillons récoltés par Y. Tsiang. J'ai pu étudier deux de ces échantillons et les rapporter l'un à *K. Esquirolii* Léveillé, l'autre à l'espèce que j'ai nommée *K. Chien Peii.*

Peu nombreux sont les auteurs qui ont admis l'existence de plusieurs espèces dans le genre qui nous occupe. Même dans des travaux récents, tel que celui de Orr (1933) *Keteleeria Davidiana* est considéré comme une espèce très polymorphe s'étendant du centre et du sud-ouest de la Chine, jusqu'à Formose. Il admet que cette opinion est critiquable mais la distinction de plusieurs formes ne lui paraît pas justifiée.

La même année Schnarf publie un gros travail sur l'embryogénie des Gymnospermes. Il donne des dessins du grain de pollen et des cellules mères de la macrospore de *K. Fortunei.* Il utilise les travaux d'Hutchinson (1917).

En 1936, l'étude détaillée de nombreux échantillons des diverses régions de la Chine m'a permis de décrire de nouvelles espèces de *Keteleeria*. Ce sont *K. Chien Peii* et *K. cyclolepis* localisées dans les provinces de Kouang-Si et de Koei-Tchéou, *K. Dopiana* qui appartient au Laos. Enfin, j'ai donné la diagnose de *K. Roulletii* (Chevalier). Le nombre des espèces de *Keteleeria* me paraît donc s'élever à neuf.

II. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU GENRE

L'étude des différentes espèces a permis de mettre en évidence un certain nombre de caractères généraux du genre *Keteleeria*. Certains de ces caractères ont été déjà signalés par les auteurs; d'autres n'avaient pas encore été mentionnés.

NOM ET SYNONYMES

Le genre *Keteleeria* a été créé par Carrière et on peut dire qu'il provient du démembrement du genre *Abies*.

Genre *KETELEERIA* Carrière.

[*ABIES* Lindley (*pro parte*).]

Abies : LINDLEY (1850), 43 (*pro parte*); Franchet (1884), 98.
Abietia : Kent (1900), 485.
Keteleeria : CARRIERE (1866), (1867), 260.
Picea : Carrière (1855), 255; Murray (1862), 421.
Pinus : Parlatore (1868), 430; Voss (1907), 94.
Podocarpus : Franchet (1899), 265.
Pseudotsuga : Bertrand (1872); (1874), 86.
Tsuga : Chevalier (1919), 164.

TAILLE ET PORT

Les *Keteleeria* sont des arbres de taille variable. Certains atteignent 25 à 30 mètres et même 40 mètres d'après Fitschen. D'autres ne paraissent pas dépasser 10 à 12 mètres. La taille moyenne est 20 mètres.

Le port est analogue à celui des Sapins, en particulier chez les arbres jeunes. Les rameaux, verticillés, sont horizontaux et étalés. Plus tard, le port devient plus irrégulier.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Les feuilles de *Keteleeria* ont la forme d'aiguilles. Elles se distinguent nettement des feuilles des autres Abiétées par la présence

d'une carène longitudinale au milieu de la face supérieure. Comme chez les *Abies* et les *Pseudotsuga*, les feuilles persistent sur les rameaux.

On n'observe pas de grandes variations suivant la position des feuilles sur l'arbre. De même les feuilles de première année ne diffèrent pas sensiblement de celles de deuxième année. Elles sont simplement plus courtes et plus étroites.

Les feuilles varient beaucoup avec l'âge de l'arbre. Chez les arbres jeunes, elles sont plus larges, plus plates, que chez les arbres âgés. L'apex y est beaucoup plus aigu, toujours longuement mucroné.

On ne considèrera dans ce paragraphe et dans les descriptions des différentes espèces que des feuilles de deuxième année, prises parmi les branches basses d'arbres adultes.

Morphologie. — *Forme.* — La feuille de *Keteleeria* est, le plus souvent linéaire. Dans une seule espèce, *K. cyclolepis*, elle est légèrement spatuliforme.

La feuille est droite ou falquée; ses bords sont quelquefois légèrement roulés.

Dimensions. — Dans la plupart des espèces, les feuilles sont courtes et leur longueur varie entre 1,5 et 3 ou 4 cm. Chez *K. Evelyniana* cette dimension atteint 6 cm.

La largeur oscille entre 2,5 et 4 mm. On a pour les deux limites des feuilles étroites et des feuilles larges.

L'épaisseur varie aussi. Certaines espèces ont des feuilles plates, d'autres des feuilles épaisses. Les variations se font entre 0,25 et 0,9 mm.

Couleur. — Les deux faces ne sont pas identiques. La face supérieure est d'un vert plus foncé et plus brillant que la face inférieure. On n'observe pas de glaucescence comme chez les Sapins.

Odeur. — Les feuilles froissées ont une odeur de résine.

Stomates. — La face inférieure présente toujours deux bandes blanchâtres formées par les lignes de stomates. Le nombre de ces lignes varie peu suivant les espèces.

La face supérieure porte aussi des stomates. Mais leur nombre varie beaucoup suivant les espèces. Tandis que chez *K. Evelyniana* et *K. cyclolepis* on observe sur la face supérieure deux longues

bandes blanches de part et d'autre de la carène, chez *K. Davidiana* par exemple, les stomates sont difficiles à voir parce qu'ils sont très peu nombreux et localisés dans la région terminale. Entre ces deux cas extrêmes, on observe quelques dispositions intermédiaires. Ce caractère qui rapproche les *Keteleeria* des Sapins est intéressant à signaler. Les stomates de la face supérieure manquent sur les arbres jeunes. Ils sont moins nombreux sur les feuilles de première année que sur celles de deuxième année.

Extrémités. — L'apex ne présente pas un très grand nombre de formes. Le plus souvent, il est arrondi, large. On observe quelquefois une légère dépression mais la feuille n'est jamais bifide. Dans l'espèce, *K. Evelyniana* du Yunnan, l'extrémité de la feuille est pointue avec un court mucron. Il en est de même chez *K. Chien Peii* du Kouang-si et du Koei-tchéou. La forme de l'apex est apparue comme un caractère spécifique.

La base, sessile, varie suivant que l'on considère une feuille latérale ou une feuille supérieure du rameau. Chez ces dernières, la base est rarement tordue. Au contraire, on observe toujours une torsion, plus ou moins forte des feuilles latérales. Mais la torsion ne dépasse jamais 100 grades.

Insertion. — La disposition des feuilles sur le rameau varie peu. Elle est dans la plupart des cas subdistique. Les feuilles latérales et inférieures sont placées sur des plans à peu près horizontaux. Les feuilles supérieures forment un angle plus aigu avec le rameau. Elles sont par suite rabattues vers l'avant. La face inférieure du rameau est nue. Une disposition différente s'observe dans *K. Evelyniana* dont les longues feuilles sont toutes falquées. La disposition des feuilles en herbier, la seule que j'ai pu observer, diffère notablement de celle des autres espèces. Elle correspond probablement à une disposition légèrement en brosse sur le rameau frais.

La densité des aiguilles sur le rameau est variable. Elle sera indiquée par la disposition des cicatrices foliaires pour chacune des espèces étudiées.

Anatomie. — De même qu'il a été nécessaire de comparer des feuilles comparables par leur âge et leur situation sur l'arbre, les caractères anatomiques ont été étudiés au même niveau dans la portion moyenne de la feuille.

Forme de la section. — Toutes les sections de feuilles de *Keteleeria* ont en commun de présenter une forme elliptique aviculaire avec une carène supérieure. La nervure inférieure est plus ou moins saillante. Les bords latéraux forment deux angles aigus. Mais ces deux angles sont tantôt dans l'axe horizontal de la feuille (*K. Esquirolii*), tantôt recourbés au-dessous de cet axe (*K. Chien Peii*).

Chaque espèce est bien caractérisée par les variations du

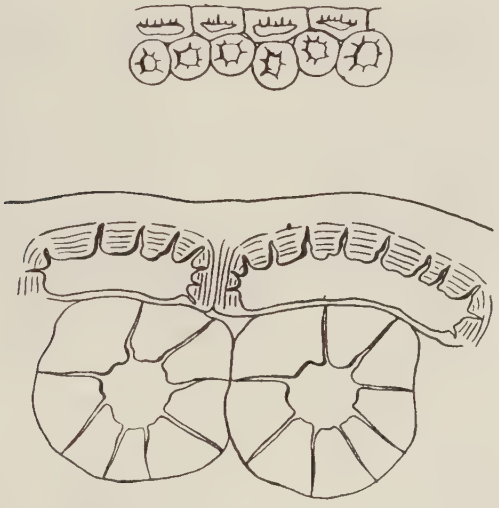


Fig. 1. — Epiderme et sous-épiderme de *K. formosana* (× 150 et × 600).

rapport de la largeur de la feuille à son épaisseur. Dans les feuilles plates (*K. Roulletii*), ce rapport atteint les valeurs 5 et même 6. Dans les feuilles épaisses (*K. Evelyniana*) on obtient la valeur 2,5 comme limite inférieure.

Epiderme. — Il est constitué par une assise de cellules à membrane externe fortement cutinisée et épaissie. La cavité des cellules est par suite très réduite (fig 1). Mais l'épaississement de la membrane n'est pas uniforme. On observe des perforations incomplètes, c'est-à-dire qui n'intéressent pas la cuticule. Ces perforations apparaissent à travers la cuticule transparente, ainsi que l'indique la figure 2 A. Les membranes latérales de l'épiderme pré-

sentent elles aussi des ponctuations analogues qui alternent régulièrement pour deux cellules voisines. Ceci explique le dessin très sinueux de l'épiderme vu sur sa face externe (fig. 2).

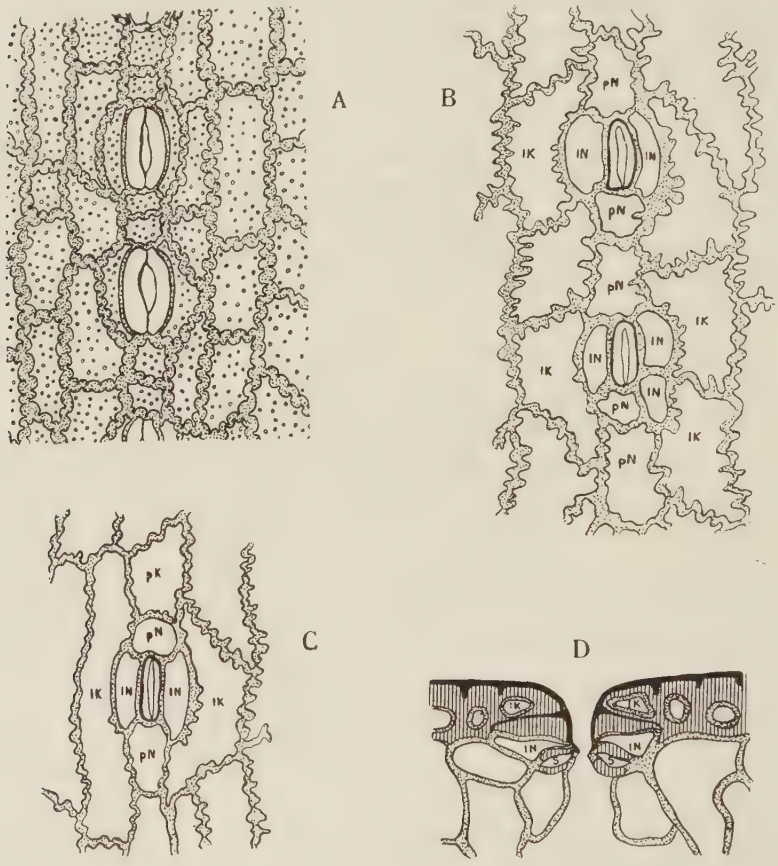


Fig. 2. — Epiderme et stomates. — A : *K. Evelyniana* (× 200); B : *K. Davidiana* (d'après Florin, × 300); C : *K. Fortunei* (d'après Florin, × 300); D : *K. Fortunei* (d'après Florin, × 300).

On n'observe pas chez les *Keteleeria* de papilles cuticulaires, comme chez les *Pseudotsuga*.

Les stomates ont été étudiées avec beaucoup de soin par Florin (1931). Ils sont amphicycliques. Le type amphicyclique possède une ou deux couronnes de cellules compagnes. Dans le type op-

posé, ou monocyclique, les cellules des couronnes manquent (*Pseudotsuga*). Dans le cas le plus complexe on a, chez les *Keteleeria*, autour des cellules stomatiques : 4 à 6 cellules dites cellules compagnes, latérales (lN) et polaires (pN), des cellules latérales et polaires de la couronne (lK et pK) (cf. fig. 2). Les cellules stomatiques sont petites. Les stomates peuvent se toucher par leurs cellules polaires de la couronne ou avoir des cellules de la couronne communes. La distance entre les ostioles de deux stomates voisins d'une même rangée est variable. Dans les espèces étudiées par Florin, la structure des stomates varie peu. Il a donné trois figures relatives à *K. Davidiana*, *K. Fortunei* et *K. Evelyniana*.

Sous-épiderme. — Ce terme a été employé de préférence à ceux d'hypoderme ou d'exoderme pour désigner l'assise de cellules fortement sclérifiées qui fait suite à l'épiderme (fig. 1).

Comme chez les *Abies*, les *Pseudotsuga* et les *Tsuga*, le sous-épiderme est plus ou moins développé. Il est continu le long du bord supérieur de la section chez *K. Chien Peii*. Il est continu entre les quatre bandes de stomates chez *K. Evelyniana* et *K. cyclolepis*. Dans les autres espèces, le sous-épiderme est plus ou moins discontinu, de nombreuses cellules peuvent manquer, même en l'absence de stomates, sur la face supérieure. Au niveau de la carène et de la nervure, le sous-épiderme est généralement doublé ou triplé. Il en est de même dans les angles latéraux.

Chlorenchyme. — Sur la face supérieure, ce tissu présente peu de variations. Il est généralement formé de 2 à 4 assises de cellules allongées, palissadiques, à membranes finement ondulées. Ces membranes présentent généralement de grosses ponctuations circulaires analogues à celles décrites chez les *Pseudotsuga*. Le diamètre de ces ponctuations est de 3/100 mm. environ (fig. 3 et 4, *d*). En coupe transversale, elles se présentent comme une simple interruption de la membrane (fig. 3 et 4, *e*).

Sur la face inférieure se développe un tissu lacuneux. Il est formé de cellules arrondies limitant de vastes lacunes (fig. 3, *g*). Les cellules sous-épidermiques présentent des ponctuations circulaires. Celles-ci sont particulièrement nombreuses sous la nervure.

Les sclérites sont très rares dans le parenchyme foliaire. J'ai

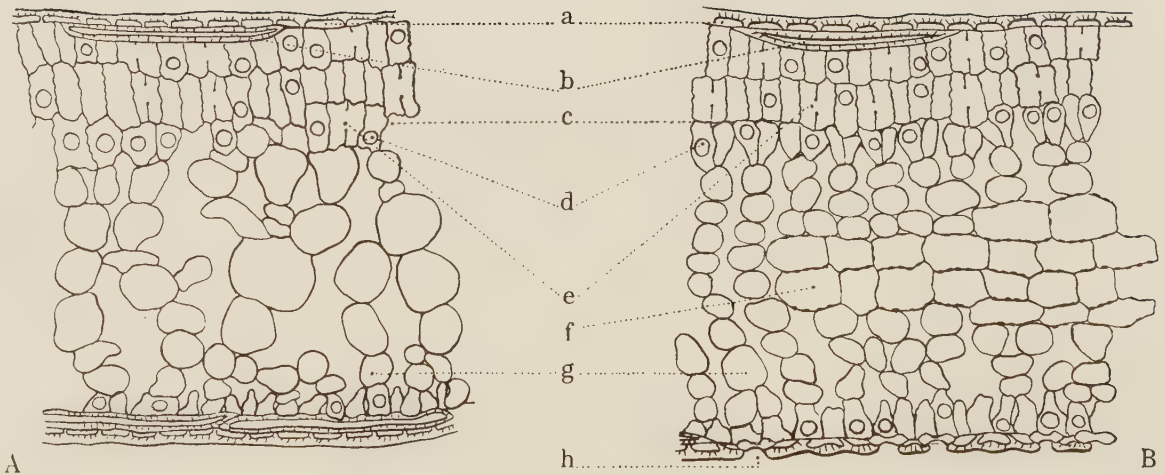


Fig. 3. — Sections longitudinales dans la feuille de *K. formosana :* A, au voisinage du canal sécréteur; B, entre le canal sécréteur et la nervure (× 80).

Légende des lettres pour les figures 3 et 4 : *a*, épiderme; *b*, sous-épiderme; *c*, tissu palissadique; *d*, ponctuations vues en section tangentielle; *e*, ponctuations vues en section transversale; *f*, tissu transversal; *g*, tissu lacuneux; *h*, stomates; *i*, endoderme; *j*, tissu aréolé; *k*, fibres; *l*, liber; *m*, bois; *n*, rayons parenchymateux; *o*, canal sécréteur.

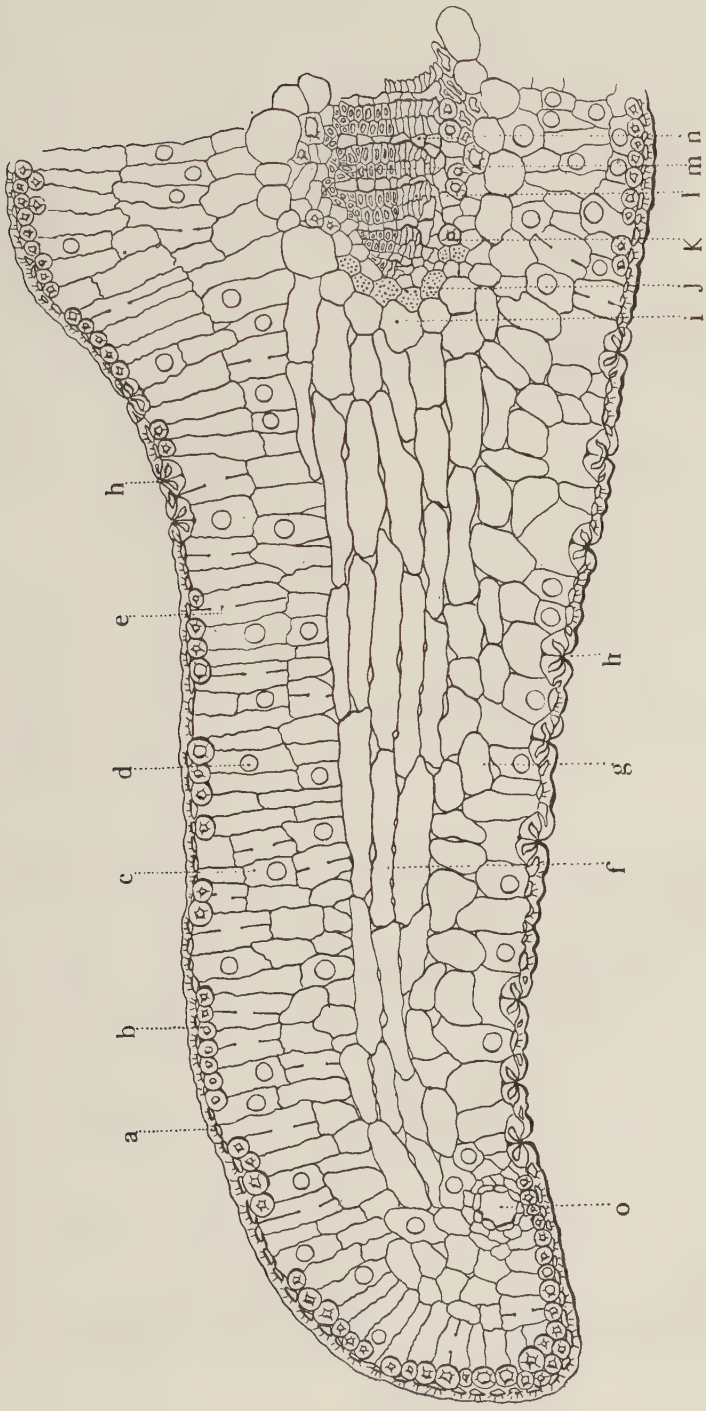


Fig. 4. — Section transversale dans la feuille de *K. formosana* (× 80). (Légende en face.)

pu, dans quelques coupes, en observer un au-dessous de la nervure. C'était une grosse fibre arrondie (fig. 5).

Tissu transversal. — Entre le parenchyme palissadique et le parenchyme lacuneux existe chez les *Keteleeria* un troisième tissu. C'est un tissu transversal présentant quelque anologie avec celui que l'on observe dans les feuilles de *Cycas*.

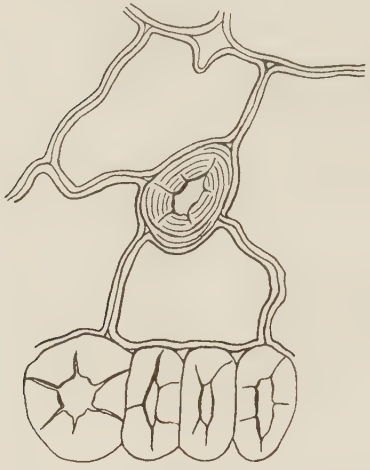


Fig. 5. — Sclérite dans le parenchyme lacuneux de *K. formosana* (× 350).

Il est formé de cellules très allongées dans le sens transversal. On en compte trois à cinq assises superposées. Les membranes présentent de nombreux décollements et des ponctuations incomplètes très difficiles à observer (fig. 3 B, 4).

Canaux résinifères. — Il existe toujours deux canaux résinifères. Ils sont toujours marginaux accolés ou sous épiderme. Leur diamètre est faible. Ces canaux sont limités par deux assises de cellules à membranes très fines (fig. 4).

Cylindre central. — Le cylindre central est limité par un endoderme peu différencié, dont les membranes radiales ne sont pas épaissies. Les cellules ont une grande cavité (fig. 4 *i*).

A l'intérieur se trouvent les éléments conducteurs. Il y a en général un seul faisceau libéro-ligneux. Mais le bois et le liber sont divisés par quelques rayons parenchymateux à l'intérieur desquels on observe de nombreux cristaux d'oxalate (fig. 4 *n*). Un rayon généralement plus large que les autres se trouve dans le plan médian. Il est plus large dans le liber que dans le bois. Le liber paraît toujours plus nettement divisé en deux masses que le bois.

Dans l'espèce *K. Roulletii*, il y a deux faisceaux libéro-ligneux. Cette disposition est analogue à celle des *Abies*.

Une coupe longitudinale du faisceau libéro-ligneux montre successivement de la face supérieure vers la face inférieure : un ou

deux vaisseaux spiralés, puis des vaisseaux ponctués renfermant de nombreux cristaux. Ce sont des trachéides fermées par des membranes obliques, ponctuées. Enfin, on observe les vaisseaux du liber, plus larges, riches eux aussi en cristaux.

Les éléments conducteurs sont séparés de l'endoderme par trois sortes de cellules. A droite et à gauche du faisceau les cellules présentent de nombreuses ponctuations aréolées et forment le tissu de transfusion (fig. 4 *j*).

Au-dessus et au-dessous du faisceau on observe quelques grosses fibres collenchymateuses ou en voie de sclérification (fig. 4 *k*). Elles sont surtout nombreuses au-dessous du liber.

Enfin, quelques cellules sont simplement parenchymateuses, banales.

La structure anatomique diffère sensiblement lorsqu'on considère le sommet et la base de la feuille.

Au sommet, la section est elliptique, les bords latéraux forment deux angles aigus dont les sommets sont à peu près sur l'axe de la section. Le sous-épiderme est très réduit. Il n'est continu qu'aux angles et au niveau de la nervure, ailleurs on n'observe que quelques fibres isolées.

Les canaux sécréteurs manquent, ils se terminent à quelques millimètres du sommet. Le tissu transversal reste très distinct et à grands méats.

Le faisceau conducteur est entier.

A la base, au niveau du court pétiole, la section est très épaisse, le sous-épiderme est très développé sur 3 ou 4 assises continues.

Il y a deux canaux résinifères. Le chlorenchyme n'est pas différencié en tissu palissadique, lacuneux et transversal. La nervure renferme un faisceau libéro-ligneux encadré latéralement de quelques fibres.

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Feuille de rameau fertile. — Sa morphologie diffère peu de celle de la feuille de rameau stérile.

Dans toutes les espèces les feuilles portées par le même rameau que le cône sont fortement apiculées.

Feuille de la flèche. — Je n'ai pu étudier que des feuilles de la flèche prises sur des *K. Davidiana* de l'Arboretum des Barres.

Les arbres ne fructifient pas encore. Il n'est donc pas possible de généraliser les caractères observés. Les feuilles étudiées ne diffèrent pas morphologiquement des feuilles stériles. Les arbres étant jeunes, toutes les feuilles sont apiculées, larges et plates.

Il n'y a pas de différences anatomiques sensibles entre la feuille de la flèche et la feuille de rameau stérile.

RAMULE

Les *Keteleeria* ne possèdent qu'un seul type de rameaux : des rameaux longs. Ceux-ci conservent à peu près les mêmes caractères durant les deux premières années. On peut donc décrire indifféremment le ramule de un an ou de deux ans.

Morphologie. — *Dimensions.* — Il est difficile de caractériser les espèces par la grosseur ou la longueur du ramule. Celles-ci varient suivant l'importance du ramule, sa position sur un rameau principal ou secondaire. Elles varient aussi suivant la vigueur de l'arbre ou de la branche correspondante. Cependant, il semble que le ramule est particulièrement robuste dans *K. Evelyniana*, il est grêle dans *K. cyclolepis*.

Couleur. — Elle est toujours marron plus ou moins rougeâtre. Ce caractère ne peut être utilisé dans la classification.

Pubescence. — Dans la plupart des espèces le ramule est pubescent. Mais la pubescence est plus ou moins forte. Le ramule est glabre dans *K. Roulletii*.

Les poils sont de taille variable. Certains sont courts, unicellulaires. D'autres sont plus longs, bicellulaires, en doigt de gant ou renflés à leur extrémité. Enfin, les poils les plus longs présentent généralement trois cellules (fig. 6).

La pubescence est en rapport avec l'âge de l'arbre dans toutes les espèces. Sur les arbres jeunes le ramule est toujours très pubescent, même dans *K. Roulletii*.

Cicatrices. — Les cicatrices foliaires sont toujours arrondies. Elles ne font pas saillie sur le ramule et elles ne sont jamais situées au sommet de coussinets comme chez les *Picea* et les *Tsuga*. Les cicatrices sont disposées sur des hélices à tours de spires plus ou moins serrés suivant les espèces. Les ramules sont tous sillonnés en vieillissant.

Anatomie. — La section transversale d'un ramule de un an est pentagonale, plus ou moins circulaire. Celle d'un ramule de deux ans est toujours circulaire.

On y distingue les éléments suivants: épiderme, écorce externe, liège, écorce interne, cylindre central.

Epiderme. — Il persiste malgré la formation du liège sur les ramules de deux ans. Il est formé par une assise de cellules régulières, à membrane externe cutinisée (fig. 6).

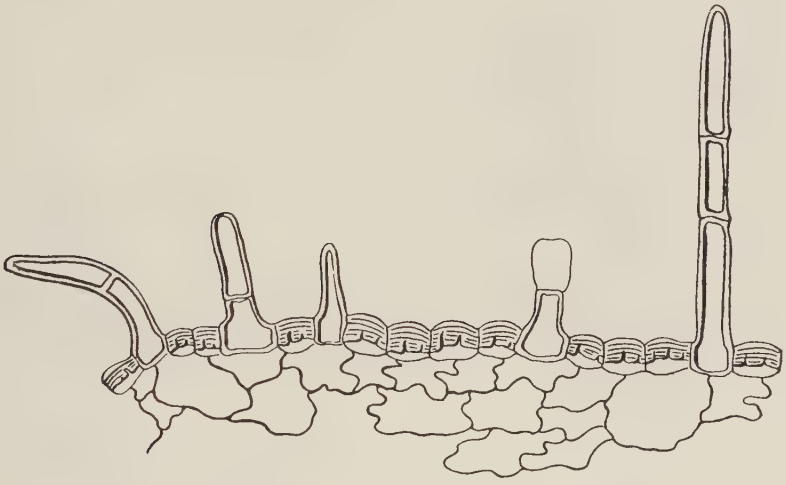


Fig. 6. — Epiderme et zone corticale externe dans le ramule de *K. Evelyniana* (section transversale × 200).

Ecorce externe. — On peut désigner sous ce nom les assises de cellules mortes intercalées entre l'épiderme et le liège. Il y a en général 3 à 5 assises de cellules à membranes très plissées (fig. 6).

Liège. — Dès la première année on compte 3 ou 4 assises de cellules. Dans certaines espèces, le tissu est limité extérieurement par un cordon continu de cellules pierreuses. Dans d'autres espèces *K. Davidiana*, par exemple, il existe plusieurs cordons discontinus. Ces cellules pierreuses présentent une membrane externe très épaisse et striée. Sa face interne est ponctuée (fig. 7 *a*).

Ecorce interne. — Elle est formée par un parenchyme qui présente deux zones distinctes. Sous le liège les cellules de l'écorce

sont arrondies, légèrement collenchymateuses régulières (fig. 7 *c*). Au contraire, vers l'intérieur le parenchyme cortical est lacuneux (fig. 9 *a*). C'est, en général, au contact des deux zones que sont placés les canaux résinifères.

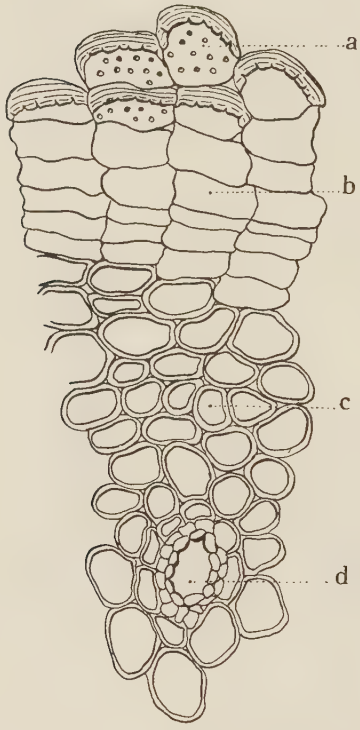


Fig. 7. — Section transversale du ramule de *K. Davidiana* : *a*, cellules pierreuses du liège; *b*, cellules du liège ; *c*, zone périphérique de l'écorce interne ; *d*, canal résinifère cortical (× 200).

Ces canaux sont disposés sur un seul cercle. Leur nombre varie peu d'une espèce à une autre. Ils ont une section circulaire. Leur diamètre est toujours faible. Ils sont limités par deux assises de cellules à fines membranes (fig. 7 *d*).

Sclérites. — On observe dans le parenchyme cortical des fibres lignifiés ou sclérites. Ce sont des cellules à membrane très épaisse et à cavité ponctiforme. Elles sont isolées ou groupées en amas plus ou moins gros (fig. 8).

Cylindre central. — Il renferme des éléments conducteurs primaires et secondaires et une moelle à contour étoilé à nombreuses pointes.

Liber. — Son épaisseur est toujours inférieure à celle du bois. Il est constitué par des groupes d'éléments primaires séparés par un parenchyme lâche, et par des éléments secondaires alignés radialement. On observe par places des rayons parenchymateux (fig. 9 *b*, *c*).

La plupart des cellules renferment des cristaux d'oxalate de calcium. Dans les ramules de deux ans, ces cristaux sont surtout localisés dans les assises périphériques, c'est-à-dire dans les éléments primaires et à leur voisinage.

Bois. — Il apparaît en coupe transversale sous la forme d'un anneau, interrompu par un nombre variable de rayons médullai-

res. Il est facile de distinguer le bois de printemps et celui d'automne. Il existe quelquefois des canaux résinifères analogues à ceux décrits chez les *Pseudotsuga* et chez les *Picea*.

Ces canaux sont toujours localisés à la périphérie du bois et non

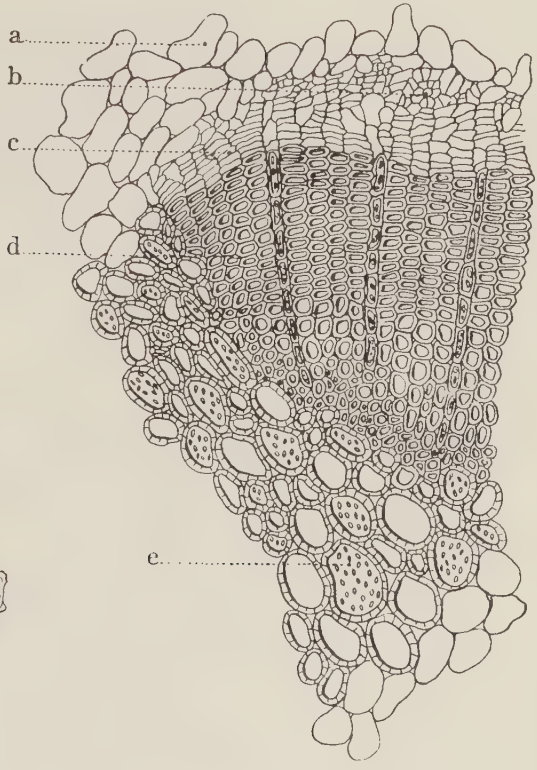


Fig. 8. Fig. 9.

Fig. 8. — Sclérites dans l'écorce du ramule de *K. Evelyniana*.

Fig. 9. — Section du ramule de *K. formosana*e: *a*, zone interne de l'écorce; *b*, éléments primaires du liber; *c*, éléments secondaires du liber; *d*, bois secondaire et rayons ponctués; *e*, moelle (× 200).

disséminés dans toute l'épaisseur du bois d'automne comme chez les *Pseudotsuga*. Ils sont très peu nombreux et manquent toujours dans les ramules de un an. Ils sont fréquents dans ceux de deux et trois ans. Peu individualisés, ils présentent souvent la forme de simples lacunes limitées par une couronne plus ou moins nette de cellules sécrétrices (fig. 10).

Rayons médullaires. — Ils sont formés d'une assise de cellules étroites et allongées radialement, présentant 1 ou 2 rangées de pores ovales (fig. 9, 10). Lacassagne n'a pas observé des ponctuations analogues chez les *Picea*. Elles ont, au contraire, été utilisées

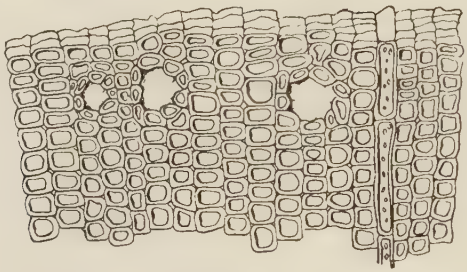


Fig. 10. — Canaux résinifères dans le bois d'automne de *K. Davidiana* (× 150).

par plusieurs auteurs (Kraus 1864, Penhallow 1896, Beauverie 1910, etc.) chez les *Abies*.

Moelle. — La moelle est constituée par deux sortes d'éléments. A la périphérie les cellules ont leurs membranes lignifiées, épaisses et pourvues de pores analogues à ceux des rayons médullaires (fig. 9 *e*). Vers le centre, les ponctuations peuvent manquer par places. Parfois la totalité de la moelle est ponctuée.

BOURGEON

La forme et la taille des bourgeons varient peu. Ils sont toujours ovoïdes. Cependant on peut opposer les bourgeons ovoïdes pointus, étroits de *K. Roulletii* ou *K. Fortunei* à ceux plus globuleux de *K. Davidiana* et *K. Evelyniana*. Leur nombre est variable sur la longueur du ramule de un an. Ils sont toujours dégagés, non cachés par les feuilles.

Après le développement du bourgeon quelques écailles demeurent et permettent de délimiter les ramules d'âges différents.

Enduit cireux. — Le bourgeon est légèrement brillant, mais l'enduit cireux est toujours faible et ne joue aucun rôle dans la détermination.

Ecailles. — Le nombre des écailles varie avec les espèces : chez *K. Evelyniana, K. Roulletii*, par exemple, les écailles sont nom-

breuses. La forme est sensiblement la même dans toutes les espèces. Elle est cependant plus étroite dans *K. Fortunei.*

RACINE

La structure de la racine de *K. Fortunei* a été étudiée par Pirotta (1890). Cet auteur indique que la structure de la racine primaire est du type diarche et caractérisée par : la présence d'un canal résinifère primaire axial et de canaux résinifères secondaires disposés irrégulièrement dans le bois secondaire; par la présence d'idioblastes mucipares dans l'écorce secondaire. Ce caractère de la présence d'un canal axile paraît avoir un intérêt évolutif. Il a été utilisé dans l'étude de la classification des genres et considéré comme représentant un type évolué.

TRONC

Pirotta (1890) observe que le liège est très compact et de formation très précoce. La formation d'une seconde assise subérophellodermique entraîne la décortication du rhytidome externe.

CHATONS

Les chatons mâles présentent une disposition en ombelle qui a été décrite par de nombreux auteurs (Pirotta, Lotsy, Hutchinson, Schnarf par exemple). Ce caractère différencie les *Keteleeria* des autres Pinacées (sauf *Pseudolarix*). D'après Masters on a là une raison suffisante pour séparer le genre.

CONE

Les cônes sont dressés comme ceux des *Abies* mais ils ne se désarticulent pas sur l'arbre. Ils sont toujours terminaux. Leur axe est souvent courbe et dépourvu de coussinets.

Forme. — La forme du cône est constante pour chaque espèce. Elle est tantôt cylindrique (*K. Evelyniana*), tantôt ovoïde-cylindrique. Elle paraît être ovoïde-globuleuse chez *K. Roulletii.* L'extrémité du cône est déprimée et forme une sorte d'ombilic.

Couleur. — Après maturité le cône est brun plus ou moins rougeâtre. La couleur du cône avant maturité n'est indiquée que

pour deux espèces. D'après Fitschen, le cône de *K. Davidiana* est d'abord pourpre, celui de *K. Fortunei* est vert.

Dimensions. — La longueur du cône varie entre 5 et 20 cm. pour l'ensemble des espèces. La plus grande taille s'observe chez *K. Evelyniana*. La taille moyenne de 10 à 15 cm. se trouve chez *K. Davidiana, K. Dopiana*. Enfin, le cône est plus petit et ne dépasse guère 8 cm. chez *K. Fortunei, K. Chien Peii*.

Ecailles. — La forme des écailles varie nettement avec les espèces. Cette forme dépend essentiellement du rapport de la hauteur de l'écaille à sa largeur. Les types extrêmes sont *K. Fortunei, K. cyclolepis* ou *K. Esquirolii* dans lesquels ce rapport est égal à 1, et *K. Roulletii* dans lequel la longueur dépasse de beaucoup la largeur.

Le contour de l'écaille est généralement losangique. Dans *K. cyclolepis* il est presque circulaire. L'écaille s'insère sur l'axe par une base triangulaire cunéiforme qui est encadrée par deux petites oreillettes latérales plus ou moins nettes. La partie externe de l'écaille est toujours finement costulée. Elle est denticulée sur le bord supérieur dans *K. Evelyniana* et *K. Davidiana*. Les bords latéraux sont plus ou moins denticulés. Ils le sont surtout dans *K. Evelyniana et K. Roulletii*.

Une coupe transversale dans l'écaille de *K. Roulletii* est limitée par deux épidermes : l'un interne, concave, souvent exfolié; l'autre externe, convexe, pourvu de stomates (fig. 11, 12).

Sous l'épiderme, on observe sur les deux faces quelques assises de petites cellules parenchymateuses, puis une couche épaisse mais irrégulière de grosses fibres sclérifiées (*a*). Des éléments analogues existent épars ou groupés en petits amas dans toute la région moyenne de l'écaille. Ils sont séparés par de fines cellules parenchymateuses à nombreux méats.

C'est dans la région moyenne que sont disposés les faisceaux libéro-ligneux. Ils sont placés sur un seul rang, quelquefois groupés par deux (*c*).

Dans ces faisceaux, le liber est situé sur la face interne ou supérieure (*e*). Cette disposition est analogue à celle décrite par Lacassagne (1934), dans le genre *Picea*. Cet auteur pense qu'on pourrait trouver là un argument en faveur de l'hypothèse de l'origine de l'écaille à partir des deux premières feuilles d'un rameau axillaire.

Au-dessus et au-dessous de chaque faisceau il existe, comme dans la feuille, un petit groupe de fibres sclérifiées.

A droite et à gauche, les cellules qui encadrent le faisceau présentent des ponctuations aréolées (fig. 12 *g*).

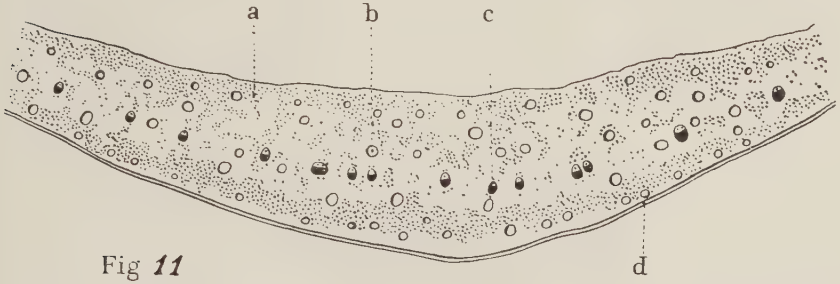


Fig *11*

Fig *12*

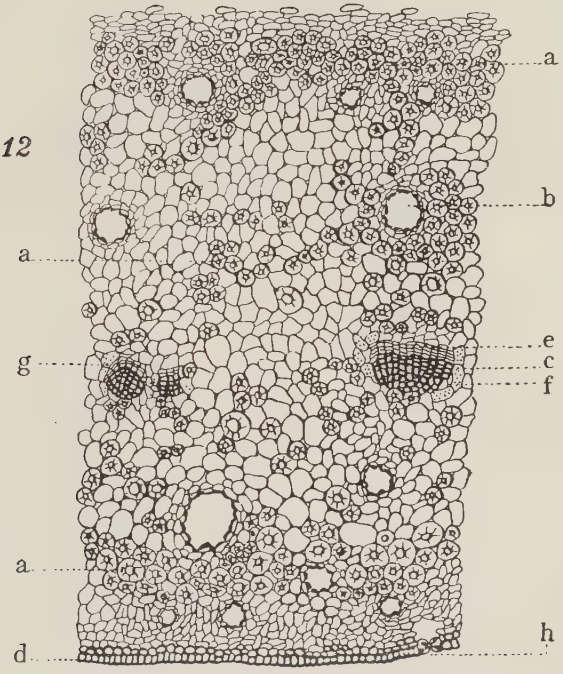


Fig. 11. — Section transversale de l'écaille du cône dans *Keteleeria Roulletii* (× 20). — *a*, zone sclérifiée; *b*, canal résinifère; *c*, faisceau conducteur; *d*, épiderme de la face inférieure.

Fig. 12. — Portion d'écaille de *K. Roulletii* (× 80). — *a*, zone sclérifiée; *b*, canal résinifère; *c*, faisceau conducteur; *d*, épiderme de la face inférieure; *e*, liber; *f*, bois; *g*, cellule aréolée; *h*, stomate.

Les canaux sécréteurs sont très nombreux. Les plus petits sont situés dans le parenchyme sous-épidermique de la face externe et dans la zone sclérifiée de la face interne. Les plus gros sont dans la zone médiane du limbe (fig. 11, 12 *b*).

Cette structure se retrouve dans les autres espèces avec quelques variations.

Chez *K. Chien Peii* et *K. cyclolepis* la seule différence est la

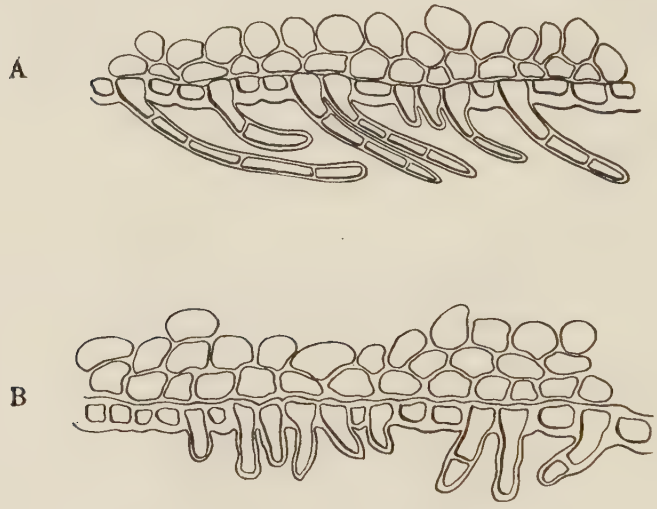


Fig. 13. — Epiderme inférieur de l'écaille (× 150). — A : *K. formosana;* B : *K. Evelyniana.*

moins grande abondance des fibres sclérifiées dans la région moyenne et vers la face inférieure de l'écaille.

Dans K. Davidiana, K. formosana et *K. Evelyniana,* les fibres ont une disposition analogue à celle décrite dans *K. Roulletii,* mais l'épiderme de la face externe porte de très nombreux poils. Ceux-ci sont courts, unicellulaires dans *K. Evelyniana* (fig. 13 B). Ils sont pluricellulaires, formés de 1 à 5 cellules dans les deux autres espèces. Les poils les plus longs s'observent dans *K. formosana* (fig. 13 A).

Bractées. — Les bractées sont courtes mais toujours plus ou moins apparentes. Leur forme constitue un bon caractère de détermination. Elles se composent d'une partie basale fixée au

pied de l'écaille et d'une sorte de limbe qui est seul, en partie, externe. Les deux parties présentent des variations suivant les espèces.

La base est tantôt linéaire, plus étroite que le limbe (*K. Chien Peii, K. formosana*), tantôt en partie linéaire puis élargie vers le bas (*K. Roulletii*). Elle est légèrement rétrécie au voisinage du limbe dans *K. Davidiana*. Chez *K. cyclolepis*, elle est progressivement élargie de haut en bas. Enfin, chez *K. Evelyniana*, la base est large et un brusque étranglement la sépare du limbe.

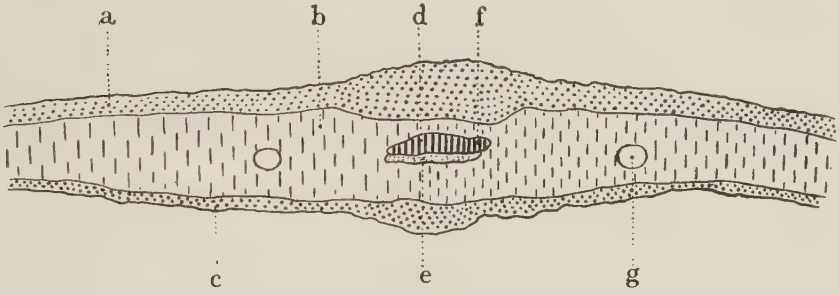


Fig. 14. — Section transversale de la bractée de *K. Roulletii* (× 80). — *a*, collenchyme de la face supérieure; *b*, parenchyme médian; *c*, collenchyme de la face inférieure; *d*, faisceau conducteur; *e*, liber; *f*, bois; *g*, canal résinifère.

Le limbe présente lui aussi des formes très diverses surtout à son extrémité.

Dans une seule espèce (*K. Esquirolii*) il est à peu près circulaire et se termine par une seule pointe, courte et large. Dans les autres espèces la pointe médiane est longue, étroite et encadrée par deux lobes latéraux. Ceux-ci sont plus ou moins aigus, plus ou moins grands suivant les espèces. C'est chez *K. Evelyniana* qu'ils sont le plus individualisés.

Une coupe dans la bractée de *K. Roulletii* montre une nervure médiane saillante sur les deux faces. Sous l'épiderme est une zone collenchymateuse plus épaisse sur la face supérieure (fig. 14 *a*).

Dans la région moyenne est un parenchyme uniforme qui renferme deux grands canaux sécréteurs au voisinage de la nervure.

Le faisceau libéro-ligneux est très simple, non limité par un endoderme net.

GRAINE

Les graines sont d'un type assez uniforme. D'après Hickel : « Enveloppe séminale mince, larges lacunes à résine très fluide. »

Elles sont pourvues d'une aile développée, nettement différente de celle des *Abies*, l'angle supérieur interne étant toujours bien inférieur à 90°. Cet angle est tantôt aigu, *K. Esquirolii*, tantôt arrondi, *K. Fortunei*. Le bord interne de l'aile est à peu près droit, le bord externe est tantôt anguleux (*K. Esquirolii*), tantôt légèrement convexe (*K. Chien Peii*), tantôt très convexe (*K. formosana*). L'aile est très grande dans *K. Evelyniana* ou *K. Davidiana*.

En résumé, la forme de l'aile varie nettement avec les espèces, ainsi que le montrent, mieux que des descriptions, les dessins relatifs aux différentes espèces. L'aile est mince, cassante, de couleur marron clair. Sur le cône mûr son bord dépasse celui de l'écaille.

Le pouvoir germinatif ne se conserve pas au delà du printemps qui suit la récolte.

PLANTULE

Les plantules ont été étudiées par Pirotta (1894) et Hickel (1911). D'après ces auteurs, la germination est du type hypogé. La radicule apparaît d'abord, puis les cotylédons. Ceux-ci restent inclus dans l'endosperme et allongent leur base qui s'enfonce dans le sol à la suite de la radicule. Les cotylédons sont plus ou moins soudés à la base. Ils sont au nombre de 2 chez *K. Fortunei*, de 3 chez *K. Davidiana*. Mais dans cette deuxième espèce il y a souvent soudure de deux cotylédons sur une partie plus ou moins grande de la partie restée incluse dans la graine. On observe quelquefois 4 cotylédons, dont 3 sont soudés sur une moitié de leur longueur.

L'axe épicotylé qui se développe apparaît ensuite à la surface du sol et présente l'aspect d'une asperge minuscule blanche.

Les feuilles primaires ont 25 à 30 mm. sur 2 1/2 à 3 mm. de largeur; elles sont droites, brusquement mucronées, plates, vert assez brillant et déjà nettement carénées sur la face supérieure, avec deux bandelettes blanchâtres à la face inférieure.

Pirotta (1894) insiste sur le caractère primitif de la germination dans les *Keteleeria*. Cette germination hypogée diffère de la germination épigée des autres Abietacées et que l'on trouve aussi chez les Gnétacées. Le type hypogé est celui des Cycadées, du

Ginkgo, des *Podocarpus*, *Torreya* et de quelques *Araucaria*. D'autre part dans les Conifères à germination hypogée le nombre des cotylédons est ou peut être égal à deux. Chez les *Keteleeria* où il peut y en avoir trois ou quatre, ils sont alors en partie soudés. Les *Keteleeria* font exception à côté des autres Abietacées où le nombre des cotylédons est toujours supérieur à deux. Ce caractère des *Keteleeria* est considéré comme primitif par Pirotta.

Structure anatomique. — Elle a été étudiée par Pirotta (1894) chez *K. Fortunei*.

Cotylédons. — La structure est simple. La section est ovale, convexe sur la face supérieure, concave sur la face inférieure. Il n'y a pas de stomates, ni de sous-épiderme, ni de canaux résinifères. Le mésophylle est homogène et formé de grandes cellules. Le faisceau vasculaire est peu différencié. Mais le bois est déjà divisé en deux parties.

Feuille primordiale. — D'après Pirotta, une section dans la partie médiane présente une forme ovale. L'épiderme est épaissi sur ses membranes externes. Il est doublé d'un sous-épiderme, au niveau de la nervure, sur les deux faces. Il y a deux bandes de stomates sur la face inférieure.

Le mésophylle présente une structure dorsoventrale. Il y a deux assises de tissu palissadique. La plus externe formée de cellules plus allongées et à membranes ramifiées comme dans les Pins. Sur la face inférieure le parenchyme est irrégulier.

Il y a deux canaux résinifères marginaux.

Le faisceau vasculaire est bien différencié et présente un faisceau de bois incomplètement divisé en deux masses. L'endoderme est distinct.

Radicule. — Une section près du point végétatif montre une écorce à cellules circulaires ou polygonales et un endoderme distinct. Il y a trois ou quatre assises péricycliques. Les faisceaux conducteurs sont au nombre de trois ou quatre.

Au centre de la moelle se trouve un grand canal résinifère axile.

ARBRE JEUNE

Pour plusieurs espèces j'ai pu étudier des échantillons pris sur des arbres jeunes. *K. Fortunei*, *K. Roulletii*, *K. Chien Peii*. Il a été déjà indiqué plus haut les principaux caractères observés.

La feuille diffère très nettement de celle de l'arbre adulte. Elle est plus longue. Chez *K. Roulletii* elle atteint huit centimètres tandis que la feuille d'arbre âgé ne dépasse guère six centimètres. Elle est longuement acuminée et quelquefois légèrement falquée.

La feuille est large et très plate, le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de six à dix.

La face supérieure est toujours dépourvue de stomates.

Au point de vue anatomique on observe aussi des différences. Le sous-épiderme est moins abondant que dans la feuille d'arbre âgé. Il est quelquefois uniquement représenté aux deux angles latéraux et au niveau de la nervure.

Enfin on observe souvent deux faisceaux libéro-ligneux même dans *K. Fortunei* où la feuille d'arbre âgé n'en présente qu'un.

Un autre caractère observé sur l'arbre jeune est la forte pubescence du ramule. Ce caractère est particulièrement net dans *K. Roulletii* où le ramule âgé est quelquefois légèrement pubescent mais le plus souvent glabre.

III. MONOGRAPHIE ET ICONOGRAPHIE DES ESPÈCES

Le plan adopté pour la description des espèces est celui de la révision du genre *Abies* et on se rapportera aux indications générales, données au chapitre III de cette révision.

KETELEERIA CHIEN PEII Flous.

NOM ET SYNONYMES

KETELEERIA CHIEN PEII FLOUS (1936 e), 2, *cum ic.*
Keteleeria Davidiana Cheng (1932), 106 (n° 8.479).
Keteleeria Fortunei in herb.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE (1)

Spontanés : R. C. Ching, n° 6.187, 20/6/1928, Dar-Siar Pring, Miu Shan, N. Luchen. Border of Kweichow 3.700 ft, Flora of Kwangsi. Herb. of the New York Botanical Garden (*sub. Fortunei*).

W. C. Cheng, n° 8.479, 9/7/1930, Kweiyang. in open hillsides. Kweichow. New York Botanical Garden (*sub. Davidiana*).

Cette espèce paraît localisée dans la région du Kouang-si et du Koeï-tchéou.

(1) Les échantillons indiqués comme spontanés sont tous des échantillons d'herbier. Les étiquettes ont été recopiées telles qu'elles étaient.

Pour les dates de récolte, les indications de jour, mois et année sont séparées par des traits obliques. Les collecteurs anglais ont l'habitude d'indiquer d'abord le mois, puis le jour, puis l'année. Les autres collecteurs indiquent le jour en premier lieu. J'ai respecté l'ordre des étiquettes.

L'orthographe des noms géographiques varie beaucoup suivant la langue employée. J'ai conservé l'orthographe des étiquettes.

TAILLE ET PORT

Arbre de 7 à 10 m. de haut à écorce gris clair ou gris brun.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, à bords latéraux parallèles faiblement roulés (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 1,5 à 3 cm.
Largeur : 2,5 mm. environ.
Epaisseur : 0,6 mm.

Couleur. — Vert clair pour les jeunes feuilles.

Stomates. — La face supérieure n'en possède qu'un petit nombre. Ils forment 2 ou 3 lignes très discontinues (fig. 1).

La face inférieure présente deux bandes de 8 à 15 lignes de stomates.

Extrémités. — Apex présentant un léger mucron (fig. 2). Base faiblement tordue (fig. 3).

Insertion. — Feuilles subdistiques, lâches, sur l'arbre jeune. Pas de renseignements connus pour l'arbre adulte.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les angles latéraux sont aigus et recourbés vers le bas (fig. 4). Rapport de la largeur à l'épaisseur voisin de 4,2.

Epiderme. — Les cellules épidermiques sont rectangulaires à cavité très réduite.

Sous-épiderme. — A peine discontinu. Il est doublé ou triplé aux angles.

Tissu palissadique. — Très réduit, il est représenté par deux ou trois assises de petites cellules.

Tissu transversal. — Très développé. Formé de grandes cellules présentant entr'elles de larges méats.

Canaux sécréteurs. — Les deux canaux sont de diamètre réduit et limités par deux assises de cellules à membrane très fine.

Cylindre central. — Il renferme un faisceau libéro ligneux au-dessus et au-dessous duquel on observe de nombreuses cellules à membranes sclérifiées. Le liber présente quelques courts rayons parenchymateux (fig. 5).

KETELEERIA CHIEN PEII

KETELEERIA CHIEN PEII. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule de 1 an × 10; *8* cône × 1; *9* écaille × 1; *10* bractée × 1; *11* graine × 1.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

La feuille de rameau fertile est pointue au sommet. Elle est plus longuement mucronée que la feuille de rameau stérile.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Brun rouge.

Pubescence. — Le ramule est très pubescent (fig. 6).

Cicatrices. — Les cicatrices foliaires sont arrondies et disposées sur des spires assez rapprochées.

Anatomie. — *Section.* — De forme pentagonale présentant de légers sillons (fig. 7).

Epiderme. — Les cellules épidermiques sont légèrement en forme de papilles et portent des poils uni ou bicellulaires.

Ecorce externe. — Elle est formée de trois ou quatre assises de cellules mortes.

Liège. — Le liège est du type normal et présente un cordon continu de cellules pierreuses.

Ecorce interne. — L'écorce interne renferme une dizaine de canaux sécréteurs et de nombreux sclérites isolés ou groupés.

Liber. — Le liber est peu épais, riche en cristaux d'oxalate.

Bois. — Il ne présente rien de spécial.

Moelle. — Etoilée, sclérifiée en grande partie.

BOURGEON

Pas de renseignements connus.

CONE

Forme. — Ovoïde-cylindrique, courbe (fig. 8).

Dimensions. — Longueur : 8 cm. environ.
Largeur : 3,5 cm.

Ecailles. — A contour pentagonal, plus longues que larges. Le bord externe est très légèrement recourbé. L'écaille est plate et présente des stries longitudinales (fig. 9). Couleur verte ou vert jaune.

Bractées. — Peu apparentes vers le sommet du cône. On distingue seulement deux parties : l'une basale à peu près linéaire, l'autre terminale. La partie terminale est large, ondulée et dentée latéralement. Elle se termine par une pointe courte et large encadrée de deux légers sillons (fig. 10).

GRAINE

Longueur : 10 mm.; longueur avec l'aile : 25 mm. Aile droite arrondie au sommet et sur le bord externe. Bord interne droit (fig. 11). Les ailes des graines sont très apparentes sur le cône (fig. 8).

KETELEERIA CYCLOLEPIS Flous.

NOM ET SYNONYME

KETELEERIA CYCLOLEPIS FLOUS (1936 e), 4, *cum ic.*
Keteleeria Fortunei in herb.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés: A. N. Steward et C. C. Cheo, n° 720, 28/7/1933. Kwei Loh, Lin Yuin Hsien, Kwangsi province. New York Botanical Garden (*sub. Fortunei*). Echantillon type.

Cette espèce parait localisée dans le Kouang-si.

TAILLE ET PORT

Arbre mesurant 11 m. de haut.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite ou légèrement falquée, plus large dans la moitié supérieure que vers la base. Bords non roulés (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 1,5 à 2 cm.
Largeur : 2,5 à 3 mm.
Epaisseur : 0,6 mm. environ.

Couleur. — N'apparaît pas sur les échantillons secs étudiés.

Stomates. — La face supérieure présente deux bandes blanches de stomates, séparées par la crête médiane. Chaque bande renferme 6 à 8 lignes (fig. 1).

La face inférieure possède 12 à 20 lignes de stomates de part et d'autre de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex arrondi, assez étroit (fig. 2). Base non ou très faiblement tordue (fig. 3).

Insertion. — Pas de renseignements connus.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique. Les bords latéraux forment un angle aigu (fig. 4). Rapport de la largeur à l'épaisseur voisin de 5.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme sont rectangulaires à membranes épaisses.

Sous-épiderme. — Il n'est interrompu qu'au niveau des bandes de stomates.

Tissu palissadique. — Il est formé de une ou deux assises de cellules allongées.

Tissu transversal. — Ce tissu est peu développé mais formé de très grandes cellules.

Canaux sécréteurs. — Ne présentent rien de spécial.

Cylindre central. — Le cylindre central renferme un faisceau libéro ligneux. Le liber est divisé en deux plages. On observe des cristaux d'oxalate nombreux. Ceux-ci sont logés aussi bien dans les éléments du liber que dans les trachéides. Au-dessus du bois on observe une à trois grosses cellules à membrane épaisse, incomplètement sclérifiée. De nombreuses cellules analogues sont situées au dessous du liber (fig. 5).

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Pas de renseignements connus.

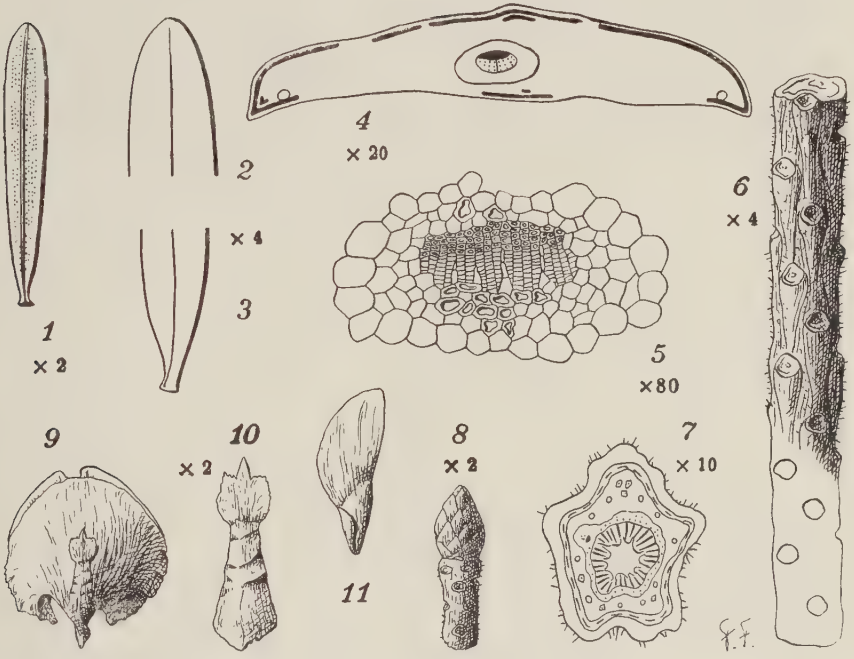
RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Le ramule de l'année est brun rouge.

Pubescence. — La pubescence est très forte.

Cicatrices. — Très saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 6).

Anatomie. — *Section.* — De forme pentagonale, présentant de profonds sillons (fig. 7).



KETELEERIA CYCLOLEPIS

KETELEERIA CYCLOLEPIS. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule de 1 an × 10; *8* bourgeon × 2; *9* écaille du cône × 1; *10* bractée × 1; *11* graine × 1.

Epiderme. — Les cellules épidermiques sont en forme de papilles. Certaines sont pourvues de poils. On observe des poils courts uni ou bicellulaires et d'autres allongés pluricellulaires.

Ecorce externe. — Sous l'épiderme on compte deux ou trois assises de cellules mortes.

Liège. — Il n'est pas encore formé dans le ramule de l'année.

Dans celui de deux ans on observe une couche externe continue de cellules pierreuses.

Ecorce interne. — L'écorce interne est constituée vers la périphérie par deux ou trois assises de cellules régulières et vers le centre par un parenchyme lacuneux. Les canaux résinifères au nombre de 10 environ, sont mal délimités. Il existe par places quelques grosses fibres sclérifiées.

Liber. — Le liber renferme de nombreux cristaux d'oxalate.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle est entièrement constituée par des cellules sclérifiées.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde pointu (fig. 8).

Ecailles. — Peu nombreuses.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Pas de renseignements connus.

Dimensions. — Pas de renseignements.

Ecailles. — A contour à peu près circulaire, aussi longues que larges, auriculées (fig. 9).

Bractées. — Longues, très rétrécies dans leur partie médiane et progressivement élargies vers la base. Partie terminale large, à bords latéraux convexes. Elle se termine par trois lobes, le médian aigu, les latéraux très courts, larges et dentés (fig. 10).

GRAINE

Longueur : 10 mm.; longueur avec l'aile : 23 mm. Aile large aiguë au sommet, à bord interne presque droit. Bord externe très convexe (fig. 11), dépassant l'écaille.

KETELEERIA DAVIDIANA (Bertrand) Beissner.

NOM ET SYNONYMES

Abies Davidiana Franchet (1884), 98, 228 *cum tabul;* (1899), 260.

KETELEERIA DAVIDIANA BEISSNER (1891), 424; van Tieghem (1891), 411; Masters (1902), 554; Beissner (1909), 204, *cum ic.;* Schelle (1909), 164; Dallimore et Jackson (1923), 269, *cum ic.;* Silva Tarouca et Schneider (1923), 204, *cum ic.;* Fitz Patrick (1929), 211; Beissner Fitschen (1930), 183, *cum ic.* (*pro parte*); Bailey (1933), 96, *cum ic.;* Orr (1933), 137; Flous (1936 e), 1.

Keteleeria Evelyniana Bailey (1933), 96.

Keteleeria Formosana Bailey (1933), 96.

PSEUDOTSUGA DAVIDIANA BERTRAND (1872), 39; Carrière (1873), 37; (1874), 86.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Abbé David, 1870. Longanfou. Chine. Herb. Museum de Paris.

J. F. Rock, n° 12.056, 3/1925, on dry slopes near San Ko shi, 40 Li from Ching chuan. Alt. 300 ft, western Szechuan. Arnold Arboretum.

J. F. Rock, n° 12.027, 3/1925. South of Ching chuan; grows over wayside shrine. Western Szechuan. Expedition to Northwestern China and Northeastern Tibet, 1924-1927. Arnold Arboretum.

Cette espèce parait localisée dans la région centrale et occidentale du Se-tchouen.

TAILLE ET PORT

Les échantillons étudiés appartenaient à des arbres de 10 à 20 m. de haut. Fitschen indique une taille variant de 25 à 40 m.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite ou légèrement falquée, un peu élargie vers la base (fig. 1).

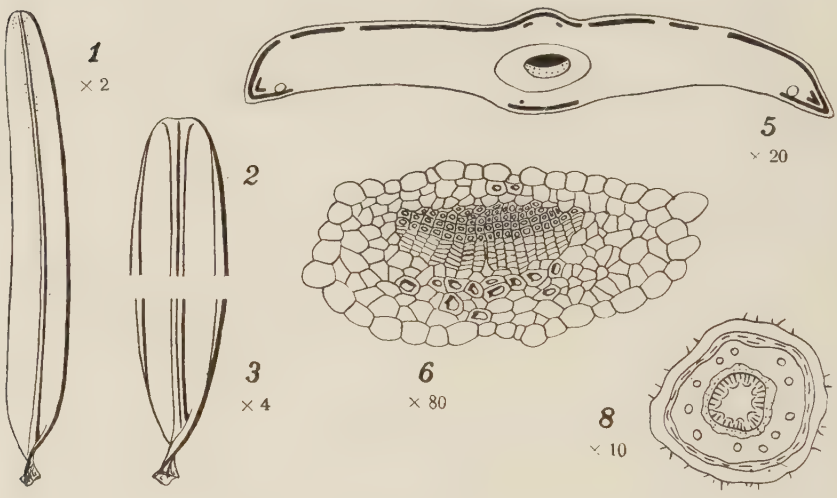
Dimensions. — Longueur : 1,5 à 4 cm. (Fitschen indique 20 à 50 mm.).

Largeur : 3,5 à 4 mm., la feuille est du type large.

Epaisseur : 0,25 mm. environ.

Couleur. — Vert sombre sur la face supérieure.

Stomates. — La face supérieure présente quelques stomates dans sa région terminale. Ils sont toujours peu nombreux (fig. 1).



KETELEERIA DAVIDIANA

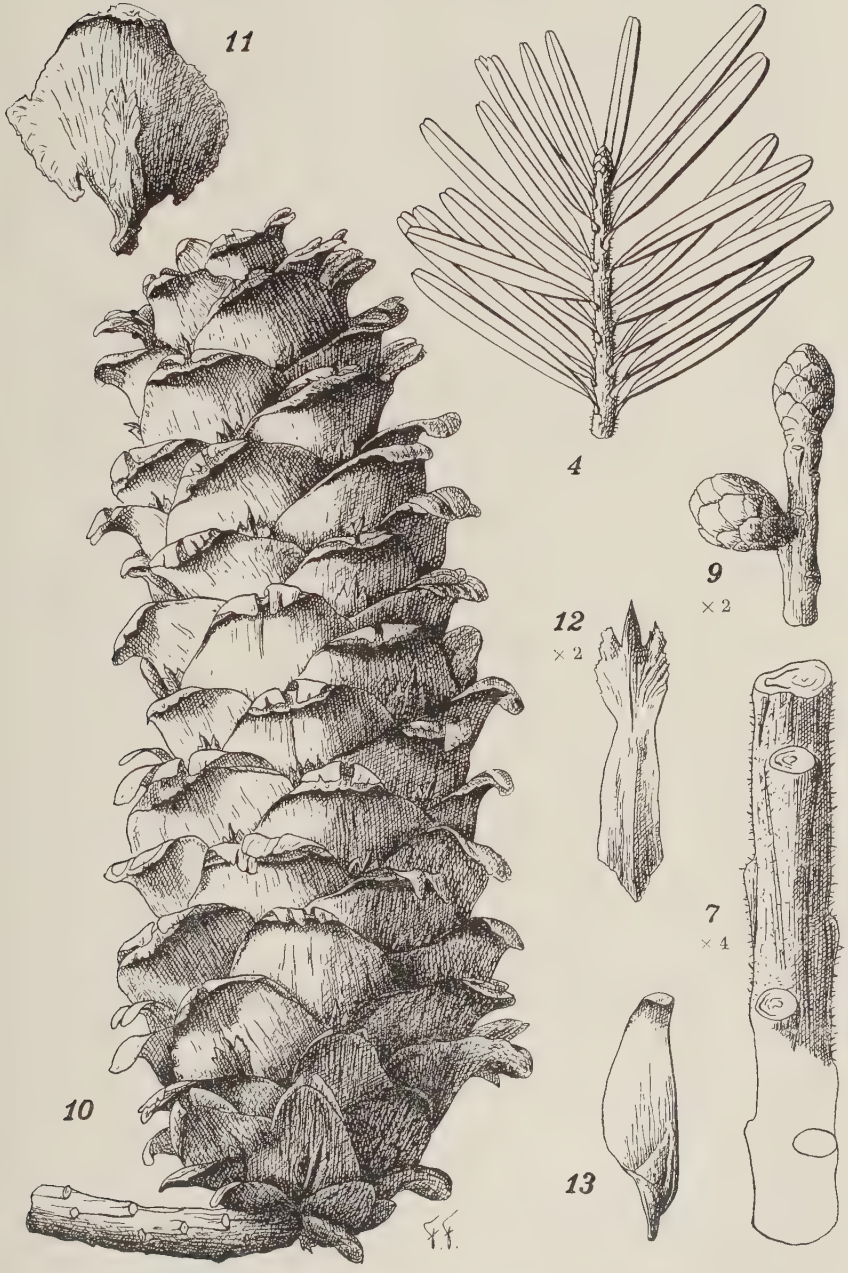
KETELEERIA DAVIDIANA. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10; *9* bourgeon × 2; *10* cône × 1; *11* écaille × 1; *12* bractée × 2; *13* graine × 1.

La face inférieure possède 12 à 15 lignes de stomates de chaque côté de la nervure.

Extrémités. — Apex large, arrondi et légèrement déprimé. Base tordue entre 50 et 100 grades (fig. 3).

Insertion. — Feuilles subdistiques (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les bords latéraux forment un angle aigu et recourbé vers le bas (fig. 5). Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 4,5 à 6. La feuille est plate.



KETELEERIA DAVIDIANA

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme sont fortement cutinisées.

Sous-épiderme. — Très discontinu le long du bord supérieur de la feuille (fig. 5), il est doublé par places de quelques fibres isolées. Le sous-épiderme est double ou triple aux angles.

Tissu palissadique. — Il est formé de une ou deux assises de cellules larges à replis internes.

Canaux sécréteurs. — Ils sont très petits, limités par deux assises de cellules protectrices non sclérifiées.

Cylindre central. — Limité par un endoderme formé de nombreuses cellules à membrane souple. Le bois et le liber forment un seul faisceau. On observe trois ou quatre grosses fibres entre le bois et l'endoderme. Il existe un grand nombre d'éléments analogues épars au-dessous du liber (fig. 6).

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

La feuille de rameau fertile diffère de la feuille de rameau stérile par son apex mucroné. Elle ne présente pas de différences anatomiques sensibles.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair.

Pubescence. — Bien marquée, quelquefois très forte.

Cicatrices. — Peu saillantes, accompagnées de faibles cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire non sillonnée (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules épidermiques ont leur membrane externe fortement cutinisée. Quelques unes portent généralement des poils uni- ou bicellulaires.

Ecorce externe. — Elle est formée de cinq ou six assises de grandes cellules mortes.

Liège. — Le liège est formé de trois ou quatre assises dans le ramule de un an. Les cellules pierreuses se trouvent par places sur deux ou trois assises.

Ecorce interne. — L'écorce interne est constituée par une zone périphérique formée de deux ou trois assises de petites cellules régulières. A l'intérieur est une zone lacuneuse à la péri-

phérie de laquelle on compte une douzaine de grands canaux résinifères.

Liber. — Le liber est peu épais. Il renferme de gros cristaux d'oxalate, surtout localisés à la périphérie.

Bois. — Le bois ne présente rien de spécial. Dans les rayons médullaires on observe de grosses cellules ponctuées. Il n'y a pas de canaux sécréteurs dans le bois des ramules de un et deux ans.

Moelle. — La moelle est légèrement sclérifiée. Les cellules ponctuées y sont très nombreuses.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde globuleux (fig. 9).

Ecailles. — Nombreuses, de couleur fauve.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Cylindrique (fig. 10).

Dimensions. — Longueur : 8 à 15 cm.

Largeur : 5 cm. environ.

Ecailles. — A contour à peu près losangique, plus longues que larges (fig. 11). Elles sont légèrement auriculées. Le bord externe se recourbe sur les vieux cônes (fig. 12). La couleur des écailles est brun châtaigne. La forme de l'écaille n'est pas du tout celle figurée par Franchet et par Fitschen.

Bractées. — Grandes, toutes apparentes, elles s'écartent un peu de l'écaille vers leur partie terminale. Elles présentent une région médiane plus étroite que la base, ce qui n'apparait nullement dans les figures données par Franchet et Fitschen. De plus, ce dernier n'a pas représenté les bractées sur le cône où elles sont pourtant bien apparentes. Elles se terminent par trois lobes aigus, le médian étant à peu près deux fois plus long que les latéraux (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 15 mm. environ; longueur avec l'aile : 35 mm. Aile étroite, rétrécie dans son tiers supérieur. L'aile se recourbe en même temps que l'écaille, elle est par suite très apparente sur le cône (fig. 13).

KETELEERIA DAVIDIANA var. *SACRA* (David) Beissner et Fitschen.

NOM ET SYNONYMES

ABIES SACRA DAVID (1875), 29 *nom. nud.*; Franchet (1884), 290 *cum tabul.*

KETELEERIA DAVIDIANA var. *SACRA* BEISSNER et FITSCHEN (1930); Flous (1936 e), 1.

Keteleeria sacra Schelle (1909), 164; Beissner (1909), 206.

(?) *Pinus sacra* Voss (1907), 94.

Podocarpus sutchuenensis Franchet (1899), 265.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : A. Henry, 10/1.887, Nan T'o et Montagnes vers le Nord de la Chine (*sub. K. Davidiana*) Museum de Paris.

Henry 1889, Ichang, Hupeh (*sub. Davidiana*), Museum de Paris.

R. P. Farges, n° 1.292, 14/4/1893, alt. 1.200, District de Tchen Kéou-Tin, Su-tchuen oriental (*sub. Podocarpus sutchuenensis* Franch.), Museum de Paris.

? Monts Tsin ling, région centrale, Shensi mérid. Museum de Paris.

? Han-tchong-tou, Shensi mérid., Museum de Paris.

Cette variété occupe une aire plus orientale que celle du type, dans le Se-tchouen oriental, le Chen-si et le Hou-Pé.

TAILLE ET PORT

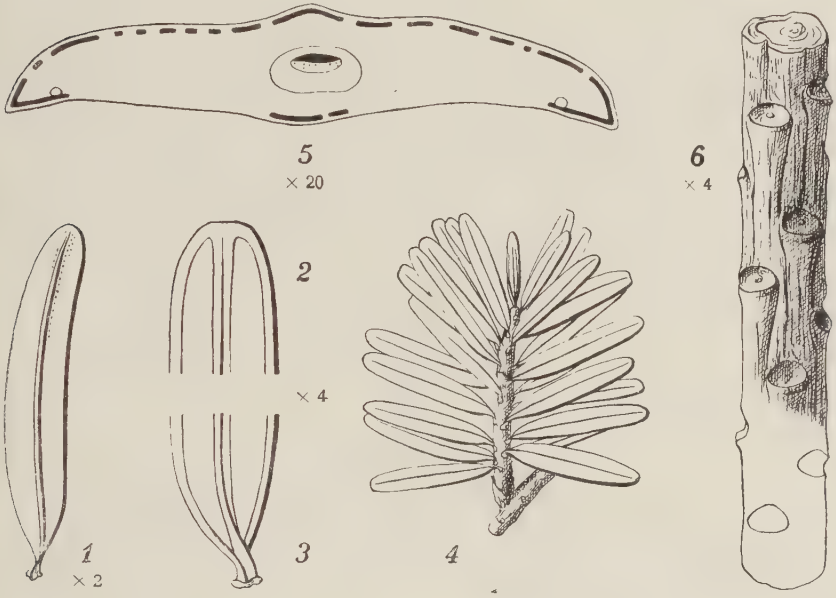
Arbre atteignant 20 m. de haut.

Les feuilles de rameau stérile sont généralement plus courtes que dans le type (fig. 11) (1,5 à 2,5 cm., exceptionnellement 3 cm. 5). La face supérieure, brillante, présente 2 ou 3 courtes lignes de stomates.

L'apex est arrondi, large et légèrement émarginé, comme dans le type. La disposition des feuilles est subdistique.

Le ramule est glabre, ce qui est un caractère différentiel important.

Les échantillons étudiés étaient dépourvus de cônes. FRANCHET indique que les écailles du cône ne sont point recourbées au



KETELEERIA DAVIDIANA var. SACRA

KETELEERIA DAVIDIANA var. SACRA. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* ramule × 4.

sommet comme dans le type. Il donne en outre un dessin différent de la bractée et de la graine. N'ayant pu vérifier ces caractères, je considère provisoirement *K. sacra* comme une variété de *K. Davidiana,* et non comme une espèce distincte.

KETELEERIA DOPIANA Flous.

NOM ET SYNONYME

KETELEERIA DOPIANA FLOUS (1936 e), 6, *cum ic.*

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés: Museum de Paris 1959, Ko inh. Laos, Sam-Neua, coll. Poilane (échantillon type).

? n° 16.188, Laos Plateau de Bolaven, N. E. de Pakson, province de Saravane, 1.100 m. Herbier du Museum de Paris.

? Laos, Plateau de Janus (?). Herbier du Museum de Paris.

Cette espèce est probablement localisée au Laos.

TAILLE ET PORT

Arbre atteignant 20 mètres de haut.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite ou légèrement falquée.

Dimensions. — Longueur : 1,5 à 4 cm.
Largeur : 2,3 mm. environ.
Epaisseur : 0,6 mm. environ.

Couleur. — Pas de renseignements connus.

Stomates. — La face supérieure présente deux bandes blanches de 3 à 5 lignes de stomates chacune. Ces bandes blanches s'observent tout le long de la feuille. Sur la face inférieure on compte 3 à 5 lignes de stomates de chaque côté de la nervure médiane (fig. 1).

Extrémités. — Apex arrondi ou légèrement déprimé (fig. 2). Base : droite ou légèrement tordue (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles sont subdistiques, très rabattues vers l'avant (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les angles latéraux sont aigus mais faiblement recourbés. Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 3 à 3,5.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme sont rectangulaires, à membrane externe cutinisée.

Sous-épiderme. — Il est très discontinu, simplement doublé aux angles (fig. 5).

Tissu palissadique. — Il est formé de deux ou trois assises de cellules.

Tissu transversal. — Peu épais.

Canaux sécréteurs. — Ne présentent rien de spécial.

Cylindre central. — Il renferme un seul faisceau de bois et deux paquets de liber séparés par une file de cellules très aplaties transversalement. Les trachéides renferment de nombreux cristaux. Au-dessus et au-dessous du faisceau on compte plusieurs grosses fibres incomplètement sclérifiées (fig. 6).

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Pas de renseignements connus.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron.

Pubescence. — Elle est très faible.

Cicatrices. — Losangiques, accompagnées de très faibles cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — De forme pentagonale (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules épidermiques ont leur membrane externe fortement cutinisée. Certaines portent des poils courts unicellulaires ou d'autres plus longs bicellulaires.

Ecorce externe. — Elle est formée de deux ou trois assises de cellules.

Liège. — Il est épais et renferme plusieurs assises de cellules pierreuses.

Ecorce interne. — On y observe de grosses fibres sclérifiées isolées ou groupées en gros paquets.

Liber. — Le liber est épais et renferme de nombreux cristaux.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

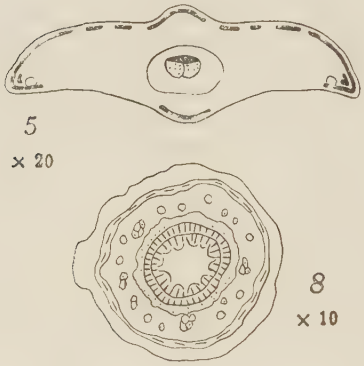
Moelle. — Elle est en grande partie formée de cellules ponctuées.

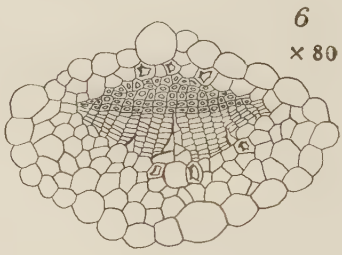
BOURGEON

Forme. — Ovoïde (fig. 9).

Ecailles. — Nombreuses, petites, légèrement bombées.

Enduit cireux. — Faible.





KETELEERIA DOPIANA

CONE

L'échantillon étudié est très abîmé (fig. 10).

Forme. — Ovoïde cylindrique.

Dimensions. — Longueur : 15 cm.

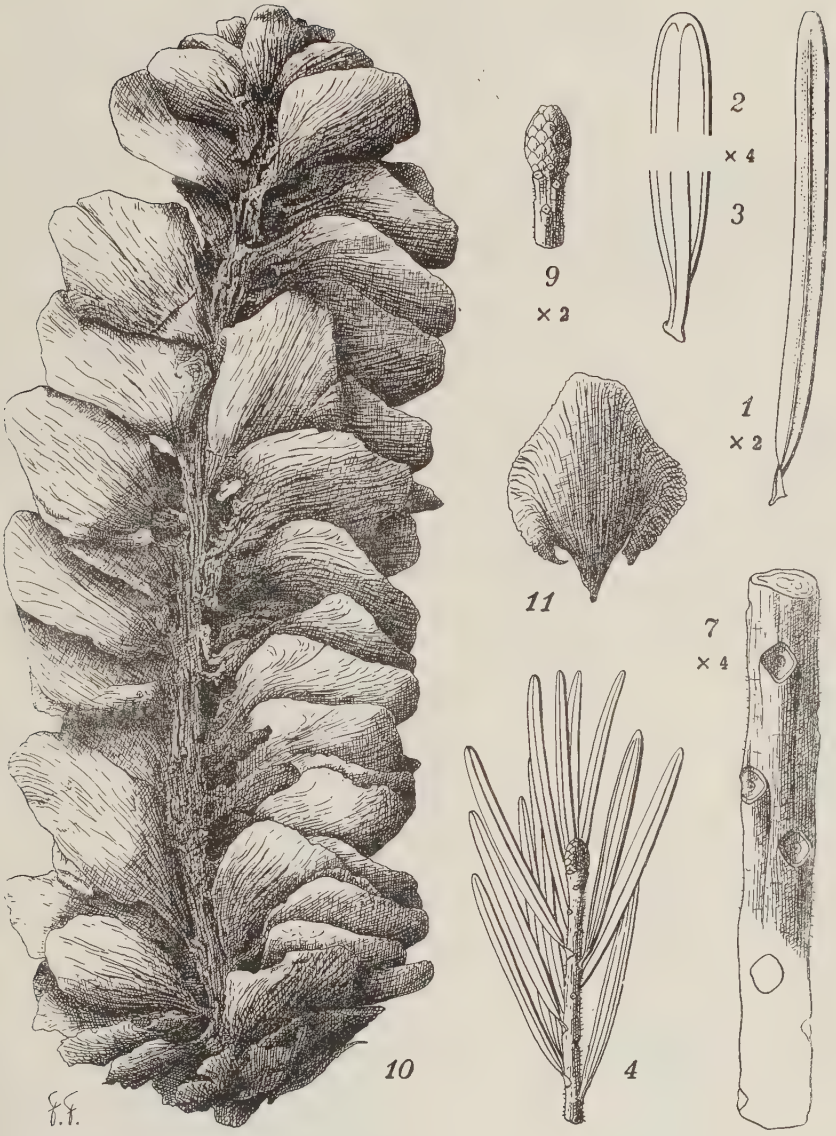
Largeur : Ne peut être indiquée exactement.

Bractées. — Je n'ai pu observer de bractées intactes.

Ecailles. — Grandes, pentagonales-losangiques, tres nettement auriculées. Les oreillettes sont aiguës. Le bord de l'écaille présente de fines denticulations. Base cunéiforme. La face externe de l'écaille est finement striée longitudinalement (fig. 11).

GRAINE

Pas de renseignements.



KETELEERIA DOPIANA

KETELEERIA DOPIANA. — *1* Feuille de rameau stérile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le ramule × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10; *9* bourgeon × 2; *10* cône × 1; *11* écaille × 1.

KETELEERIA ESQUIROLII Léveillé.

NOM ET SYNONYMES

Keteleeria Davidiana Cheng (1932), 106 (n° 7.249); Beissner et Fitschen (1936), 184 (*pro parte*).

KETELEERIA ESQUIROLII LEVEILLE (1910), 60; Dallimore et Jackson (1923), 269; Flous (1936 e), 1.

Keteleeria Fortunei in herb.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : R. C. Ching, n° 7.244, 31/8/1928, Kwangsi, Foot of Yeo Mar Shan, N. Hin Yen 2.500 ft. Herb. of the New-York botanical Garden (*sub. Fortunei*) cf. Metropol. Museum of Natural history, Nat. Research. Inst. Nanking.

W.-C. Cheng, n° 7.249, 2/10/1930, Kweichow, Lohu, 170 m. on open slope. Herb. Museum de Paris (sub. *Davidiana*).

Cette espèce paraît localisée dans le Koeï-Tchéou et le Kouang-Si.

TAILLE ET PORT

Arbre atteignant 25 à 30 m. de haut à écorce grise, rugueuse.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite ou légèrement falquée, à bords latéraux à peu près parallèles, non roulés (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 1,5 à 2 cm.

Largeur : 2,2 à 3 mm.

Epaisseur : 0,8 mm. environ.

Couleur. — Vert sombre luisant sur la face supérieure, vert clair sur la face inférieure.

Stomates. — La face supérieure n'en possède qu'un petit nombre formant 2 à 3 lignes peu distinctes et discontinues.

Sur la face inférieure on compte 12 à 16 lignes de stomates de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex arrondi (fig. 2). Léveillé indique l'apex tantôt acuminé, tantôt obtus.

Base tordue entre 50 et 100 grades (fig. 3).

KETELEERIA ESQUIROLII

KETELEERIA ESQUIROLII. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inérieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10; *9* bourgeon × 2; *10* cône × 1; *11* écaille × 1; *12* bractée × 2; *13* graine × 1.

Insertion. — Feuilles latérales distiques, légèrement rabattues vers l'avant. Les feuilles supérieures sont plus fortement rabattues (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique. Les bords latéraux forment un angle aigu non recourbé vers le bas (fig. 5). Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 3 à 3,4. La feuille est épaisse.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme sont très fortement cutinisées.

Sous-épiderme. — Discontinu, doublé aux angles.

Tissu palissadique. — Il est formé de deux ou trois assises de cellules étroites.

Tissu transversal. — Le tissu transversal est peu épais et présente de grands méats intercellulaires.

Canaux sécréteurs. — Ne présentent rien de spécial.

Cylindre central. — La nervure renferme un seul faisceau libéro-ligneux. Au-dessus du bois et au-dessous du liber on observe un paquet de fibres fortement sclérifiées (fig. 6).

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

La feuille de rameau fertile est mucronée et se distingue ainsi de la feuille de rameau stérile. Elle ne présente pas de caractères anatomiques particuliers.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron rouge.

Pubescence. — Le ramule est le plus souvent couvert de poils courts peu nombreux. Il est quelquefois à peu près glabre (fig. 7).

Cicatrices. — Peu saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — De forme plus ou moins circulaire présentant de légers sillons (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules épidermiques sont régulières. Certaines portent des poils uni-ou pluricellulaires.

Ecorce externe. — Elle est formée de deux ou trois assises de cellules mortes.

Liège. — Le liège est formé de deux ou trois assises dans le ramule de un an. Il renferme par places de nombreuses cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Elle renferme quelques sclérites et un grand nombre de canaux résinifères.

Liber. — Le liber ne présente rien de spécial. Il est peu épais et riche en cristaux d'oxalate.

Bois. — Il est du type général. Les rayons sont formés de cellules ponctuées.

Moelle. — Les cellules périphériques sont grandes et ponctuées.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde pointu (fig. 9).

Ecailles. — Peu nombreuses, de couleur marron foncé.

Enduit cireux. — Faible.

CONE

Forme. — Cylindrique, généralement courbe (fig. 10).

Dimensions. — Longueur : 12 ou 13 cm.

Largeur : 4 cm. environ.

Ecailles. — A contour losangique arrondi, aussi longues que larges et auriculées (fig. 11). Elles sont toutes fortement striées. Leur couleur est verte sur le cône jeune.

Bractées. — Assez longues, toutes apparentes. Elles présentent un rétrécissement dans leur parte médiane. La base est aussi large que la partie terminale. Celle-ci est arrondie, finement dentée sur les bords latéraux et se termine par une seule pointe courte et large (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 13 mm.; longueur avec l'aile: 28 mm. environ. Aile large, quadrangulaire, à bord interne droit. Le bord externe forme un angle obtus (fig. 13). Dans la moitié supérieure du cône le bord des ailes apparaît (fig. 10).

KETELEERIA EVELYNIANA Masters.

[*KETELEERIA DELAVAYI* (Van Tieghem) (*nomen dubium*)].

NOM ET SYNONYMES

(?) *ABIES DELAVAYI* VAN TIEGHEM (1891), 411.

Keteleeria Davidiana Beissner et Fistchen (1936), 184 (*pro parte*).

KETELEERIA EVELYNIANA MASTERS (1903), 194; Beissner (1909), 203; Schelle (1909), 164; Dallimore et Jackson (1923), 269; Silva Tarouca et Schneider (1923), 206 *cum ic.;* Fitz Patrick, 1929 (211); Flous (1936 e), 1.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : A. Delavay, n° 570, Yunnan, Museum de Paris, (sub. *Davidiana*).

A. Delavay, n° 1.211, 18 juin 1883-85, Yunnan, Mochatchin au-dessus de Tapintze, près de Tali, 1.500 m. Museum de Paris (*sub. Davidiana*).

A. Henry, n° 11.815, Yunnan, Juanchiang, 4.000 ft., Herb. of the New-York Bot. Garden.

A. Henry, n° 11.355, 5.000 ft., Yunnan, Herb. of the New York Bot. Garden.

A. Henry, n° 10.744, Yunnan, Lunan, Herb. of the New York Bot. Garden.

A. Henry, n° 10.744 A, 6.000 ft., Yunnan, Mengzi Mts, Herb. of the New-York Bot. Garden.

?, n° 884, 21/8/1913, Yunnan; Tali fú, near Pù p' eng, 2.300 m., Herbier de l'Université de Vienne.

Handel-Mazzetti, n° 87, 19-21/2/1914, 1950-2.000 m., Yunnan : Prope urbem Yünnanfu, in regionis calide temperate. Handel-Mazzetti, iter sinense, 1914-1918, Herbier de l'Université de Vienne (*sub. Davidiana*).

J.-F. Rock, n° 6.321, 8/1922, Central Yunnan between Likiang and Talifu. Herb. Museum de Paris (*sub. Davidiana*).

J.-F. Rock, n° 8.375, 1923-24, Yunnan, eastern slopes of Likiang Range, Yangtze watershed. Herb. of the New-York Bot. garden (sub. *Davidiana*).

J.-F. Rock, n° 18.529, 1929, Northwestern Yunnan, between Li-Kiang and Young-Ning, west and east of the Yangtze, Herb. of the New-York Bot. Garden (*sub. Davidiana*).

W.-C. Cheng, n° 1819, 11/8/1930, Szechuan, S. W Tachienlu. Herb. of the New York Bot. Garden (*sub. Davidiana*).

J.-F. Rock, n° 25.208, 7/8/1932, Yunnan, Sung-Kwe pass between Likiang and Ho-King, south of Likiang, 9.000 ft, New York Bot. Garden (*sub. Davidiana*).

M. Chen, n° 1916, 10/7/1934. Yunnan, Herb. of Biological Laboratory of the Scientific Society of China, Nanking (*sub. Davidiana*).

M. Chen, n° 2.976, 15/10/1934. Yunnan. Herb. of Biological Laboratory of the Scientific Society of China, Nanking (*sub. Davidiana*).

Cette espèce est essentiellement originaire du Yunnan. Sa présence au Se-tchouen paraît exceptionnelle.

TAILLE ET PORT

Arbre ne dépassant pas 12 mètres de haut pour les échantillons étudiés.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Linéaire, falquée (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 2 à 6 cm.;

Largeur : 3,5 mm. environ.

Epaisseur : 0,8 mm. environ.

Couleur. — Vert mat sur les deux faces.

Stomates. — La face supérieure présente, tout le long, deux larges bandes blanches formées chacune par 10 à 20 lignes de stomates.

Sur la face inférieure on compte 10 à 15 lignes de chaque côté de la nervure.

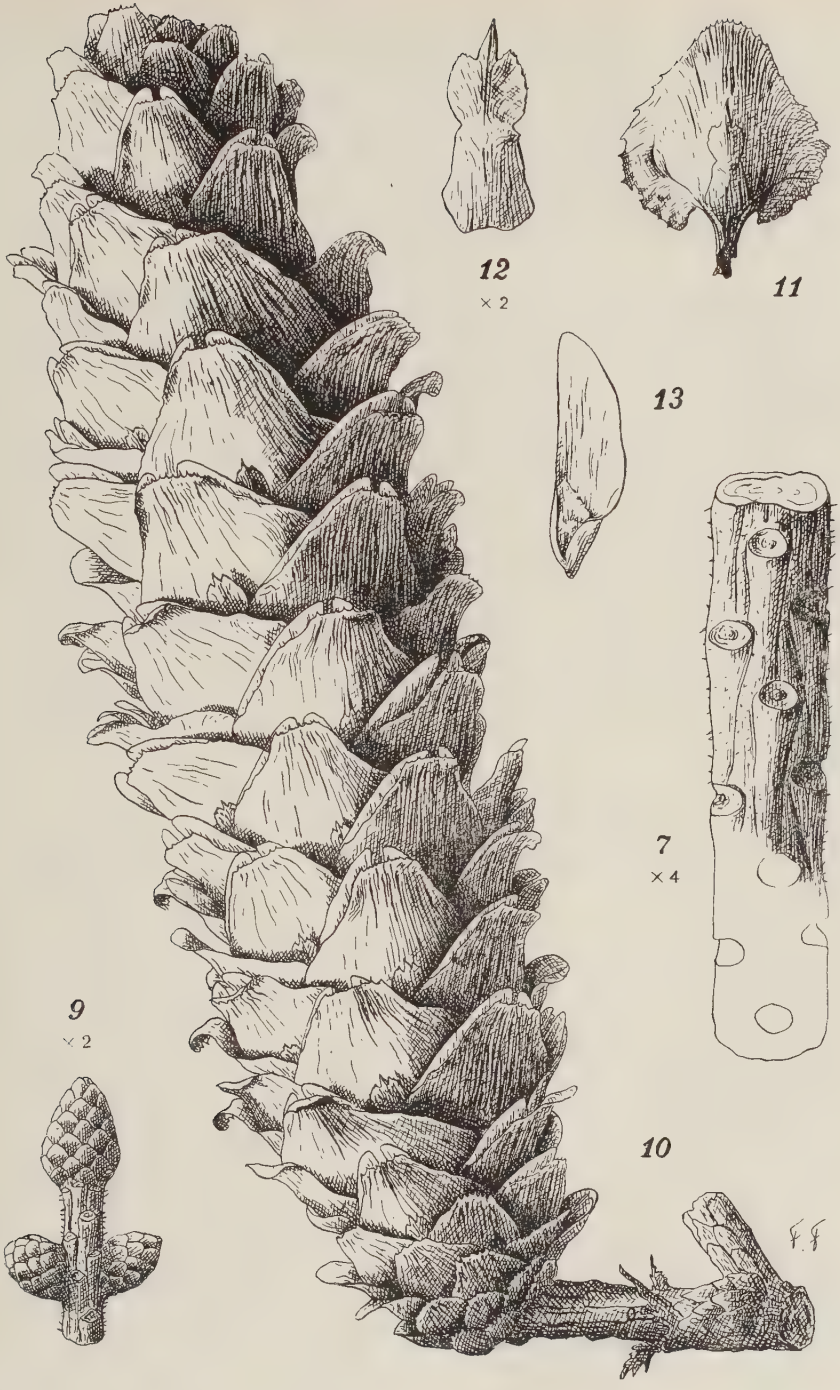
Extrémités. — Apex mucroné (fig. 2).

Base : non ou faiblement tordue (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles sont toutes rabattues plus ou moins vers l'avant du rameau (fig. 4).

KETELEERIA EVELYNIANA

KETELEERIA EVELYNIANA. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10;



KETELEERIA EVELYNIANA

9 bourgeon × 2; *10* cône × 1; *11* écaille × 1; *12* bractée × 2; *13* graine × 1.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les angles latéraux sont aigus et recourbés vers le bas (fig. 5). Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 2,6 à 3,7.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme sont fortement cutinisées.

Sous-épiderme. — Le sous-épiderme, à peu près absent au niveau des deux bandes de stomates, est continu au-delà le long du bord supérieur de la feuille. Il est doublé ou triplé au niveau de la nervure et dans les angles latéraux (fig. 5).

Tissu palissadique. — Ce tissu est formé de trois à cinq assises de cellules allongées normales.

Tissu transversal. — Il est bien développé.

Canaux sécréteurs. — Ne présentent rien de spécial.

Cylindre central. — Il est constitué par un faisceau libéroligneux divisé en deux par une file de cellules, non différenciées en éléments conducteurs. On observe de nombreux cristaux d'oxalate. Au-dessus et au-dessous du faisceau il existe de nombreuses cellules à membrane épaisse en voie de sclérification (fig. 6).

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Elle présente un mucron plus long que celui de la feuille de rameau stérile.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Brun rougeatre, brun orangé pour Masters.

Pubescence. — Le ramule est toujours plus ou moins pubescent (fig. 7). Masters l'indique glabre.

Cicatrices. — Circulaires, grandes, assez rapprochées.

Anatomie. — *Section.* — Circulaire, cannelée (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules épidermiques présentent la forme de papilles. Certaines portent des poils. Ceux-ci sont tantôt courts unicellulaires, tantôt bicellulaires à cellule terminale plus grosse que l'autre, tantôt allongés, formés de deux ou trois cellules et terminés en doigt de gant.

Ecorce externe. — Elle est formée de quatre à six assises de cellules en voie de subérification.

Liège. — Dans les ramules de un an il est presque entièrement formé de cellules pierreuses.

Ecorce interne. — On distingue deux zones : l'une formée de cellules régulières, renferme de nombreuses fibres sclérifiées; l'autre, très lacuneuse renferme elle aussi quelques fibres et un grand nombre (20 à 25) de canaux résinifères.

Liber. — Il est très riche en cristaux d'oxalate, surtout localisés dans les éléments primaires.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — On y observe de nombreuses cellules ponctuées analogues à celles qui constituent les rayons médullaires.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde-conique (fig. 9).

Ecailles. — Nombreuses légérement bombées.

Enduit cireux. — Assez abondant.

CONE

Forme. — Cylindrique (fig. 10).

Dimensions. — Longueur : 12 à 20 cm. Ces dimensions diffèrent nettement de celles indiquées par Masters (5 à 6 cm.).

Largeur : 3,5 à 4,5 cm.

Ecailles. — De forme losangique, plus longues que larges. Bord présentant de nombreuses denticulations. Partie externe fortement striée (fig. 11).

Bractées. — Assez courtes. Un rétrécissement brusque sépare la partie terminale arrondie de la partie basale large. La bractée se termine par une pointe aiguë, plus ou moins longue, séparant deux lobes latéraux courts et dentés (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 12 mm. environ; longueur avec l'aile : 3,3 cm. environ. Aile étroite, élargie vers la base, à bord interne droit (fig. 13). L'aile dépasse l'écaille sur le cône mûr (fig. 10).

KETELEERIA FORMOSANA Hayata.

NOM ET SYNONYMES

Keteleeria Davidiana Beissner et Fitschen (1936), 184 (*quoad habit.* Formose).

Keteleeria Davidiana var. *formosana* Hayata (1908 b), 221, *cum ic.*

KETELEERIA FORMOSANA HAYATA (1908 a), 194; Beissner (1909), 206; Dallimore et Jackson (1923), 269; Flous (1936 e). 1.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : ?, 11/1922, *ex* Herbarium government of Formosa (sub. *Davidiana*), Museum de Paris.

Cette espèce est probablement localisée à Formose.

TAILLE ET PORT

Pas de renseignements.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, linéaire (fig. 1), linéaire, lancéolée pour Hayata.

Dimensions. — Longueur : 2 à 2,5 cm. (Hayata indique 30 mm. et plus).

Largeur : 2,5 à 3,5 mm. (Hayata indique 5 mm.).

Epaisseur : 0,5 mm. environ.

Couleur. — Face supérieure vert brillant, face inférieure mâte. Hayata indique les deux faces brillantes, la face supérieure légèrement plus pâle.

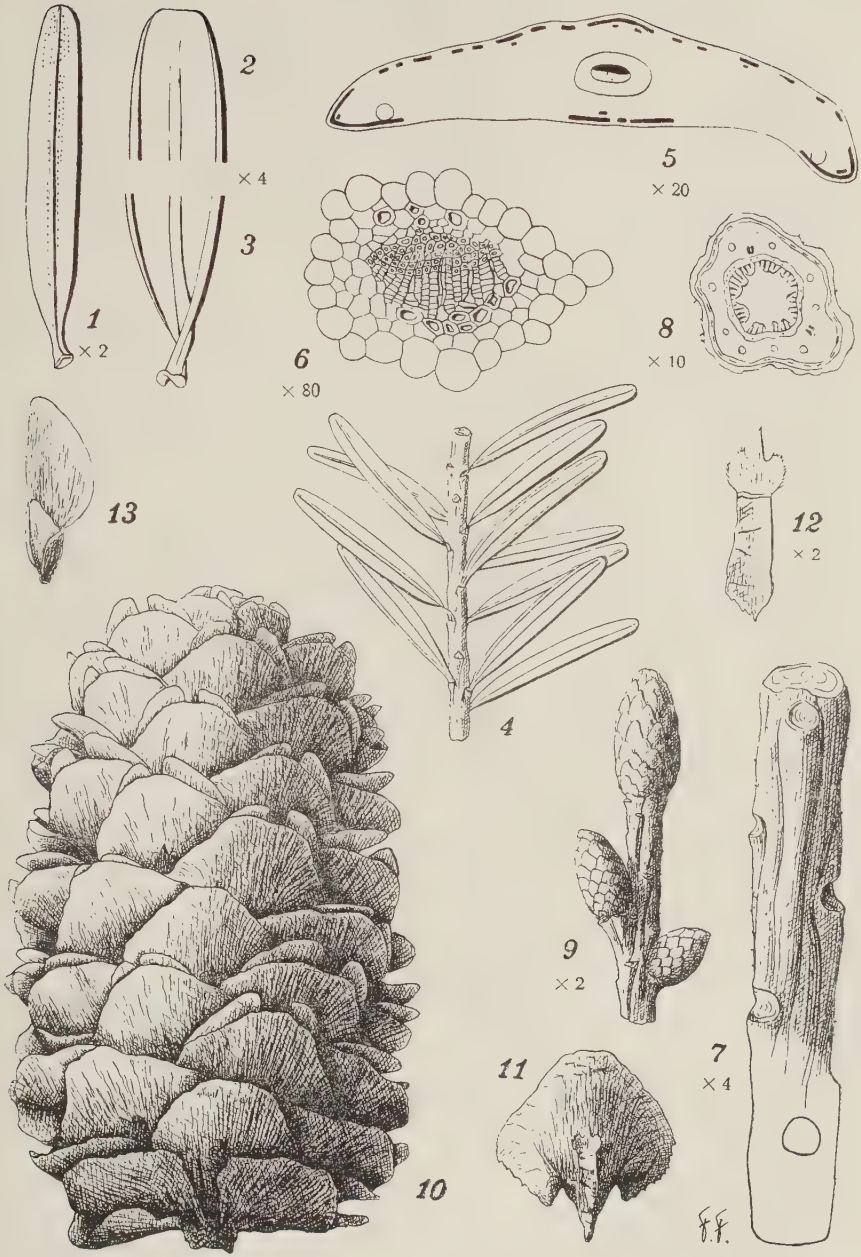
Stomates. — La face supérieure en présente 1 à 4 lignes courtes (fig. 1). Sur la face inférieure on compte une dizaine de lignes de chaque côté de la nervure.

Extrémités. — Apex arrondi, quelquefois légèrement émarginé (fig. 2).

Base droite ou tordue entre 50 et 100 grades.

Insertion. — Feuilles subdistiques (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les bords latéraux forment un angle aigu non ou faiblement recourbé



KETELEERIA FORMOSANA

KETELEERIA FORMOSANA. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10; *9* bourgeon × 2; *10* cône × 1; *11* écaille × 1; *12* bractée × 2; *13* graine × 1.

vers le bas (fig. 5). Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 4 à 6.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme ont leur membrane externe très épaissie et fortement cutinisée.

Sous-épiderme. — Très discontinu le long du bord supérieur. Il est doublé par places de cellules isolées ou par petits groupes (fig. 5).

Tissu palissadique. — Ce tissu est formé de 1 ou 2 assises de cellules à membranes latérales très ondulées.

Tissu transversal. — Bien développé il comprend cinq ou six assises de cellules au voisinage de la nervure.

Canaux sécréteurs. — Les deux canaux ont un diamètre moyen. Ils sont limités par une assise de cellules à membrane non sclérifiée.

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme net. Il renferme un faisceau libéro-ligneux dans lequel le liber est divisé par plusieurs rayons, dont un médian. Au-dessus du bois et au-dessous du liber on observe plusieurs fibres, à membranes très épaisses, mais non sclérifiées.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Pas de renseignements.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron grisâtre sur l'échantillon sec étudié.

Pubescence. — Nulle, ou très faible. Hayata décrit le ramule densément pubérulent et papilleux.

Cicatrices. — Grandes, saillantes, accompagnées de faibles cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — De forme pentagonale ou circulaire (fig. 8).

Epiderme. — Il porte quelques poils courts.

Ecorce externe. — Elle est formée de deux à cinq assises de cellules plus ou moins subérifiées.

Liège. — Formé de une à trois assises de cellules dans le ramule de l'année, il possède déjà de nombreuses cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Elle présente une zone externe collenchyma-

teuse et une zone interne lacuneuse. Au contact des deux zones se trouvent les nombreux canaux sécréteurs.

Liber. — Peu épais.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle est entièrement sclérifiée. La sclérification est plus poussée à la périphérie, où les cellules sont fortement ponctuées.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde (fig. 9).

Ecailles. — Nombreuses, retrécies vers le sommet, de couleur marron brillant.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde cylindrique (fig. 10).

Dimensions. — Longueur : 8 cm. environ sur l'échantillon étudié (9 cm. pour HAYATA).

Largeur : 3,5 cm. environ (5 cm. pour HAYATA).

Ecailles. — A contour losangique, aussi longues que larges. HAYATA les décrit ovales arrondies ou cordiformes atténuées vers le sommet avec apex subréfléchi. Elles sont nettement auriculées et faiblement bombées. Le bord latéral est denté. Le bord externe est légèrement aplati (fig. 11).

Bractées. — Courtes, n'apparaissant nettement que sur les écailles inférieures et moyennes du cône. Elles s'écartent légèrement de l'écaille dans leur partie terminale. On ne distingue pas une région médiane plus rétrécie que la base. La partie incluse est à bords parallèles. Le limbe, arrondi, se termine par trois lobes ,le médian aigu, les latéraux arrondis, laciniés (fig. 12). La partie entière du limbe est ovale, plus large que haute.

GRAINE

Longueur : 10 mm.; longueur avec l'aile : 25 mm. (27 mm. pour HAYATA. Aile large dans sa moitié inférieure. Bord interne droit (fig. 13). Bord externe très convexe. L'aile dépasse largement l'écaille sur la cône mûr.

KETELEERIA FORTUNEI (MURRAY) CARRIÈRE.
[*KETELEERIA JESOENSIS* (LINDLEY) (*nomen rejiciendum*)].

NOM ET SYNONYMES

ABIES FORTUNEI MURRAY (1862), 421; (1863), 49, *cum ic.;* HANSE (1882), 39; MASTERS (1886), 197, *cum ic.;* LAVALLÉE (1887), 267.
ABIES JESOENSIS LINDLEY (1850), 43 (*in parte excl. icon.*); (1850), 311, *in parte excl. syn.*
— *non* SIEBOLD et ZUCCARINI.
— *non* CARRIÈRE.
— *non* MAXIMOWICZ.
Abietia Fortunei KENT (1900), 485.
KETELEERIA FORTUNEI CARRIERE (1866), 260, 449, *cum ic.;* PIROTTA (1887), 269; MASTERS (1902), 555; BEISSNER (1909), 200, *cum ic.;* SCHELLE (1909), 163; PAVARI (1921), 86; DALLIMORE et JACKSON (1923), 269; SILVA TAROUCA et SCHNEIDER (1923), 206, *cum ic.;* FITZ PATRICK (1929), 211; BAILEY (1933), 96; CHAMBERLAIN (1935), 302, *cum ic.;* FLOUS (1936 e), 1.
Keteleeria sp. MASTERS (1902), 556.
Picea Fortunei MURRAY (1862), 421.
Picea Jesoensis CARRIÈRE (1855), 255, *excl. syn.*
Pinus Fortunei PARLATORE (1868), 430.
Pseudotsuga jesoensis BERTRAND (1874), 86, *cum tab.*

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : S. CHEN, n° 3.356, 6/16/1934, Chekiang. Herbarium of Biological Laboratory of the Science Society of China, Nanking.

S. CHEN, n° 3.357, 6-16-1934, Chekiang. Herbarium of Biological Laboratory of the Science Society of China, Nanking.

S. CHEN, n° 3.513, 3/7/1934, Chekiang. Herbarium of Biological Laboratory of the Science Society of China, Nanking.

Cette espèce paraît localisée au Tché-Kiang.

TAILLE ET PORT

Arbre pouvant atteindre 30 m. de haut, d'après FITSCHEN.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

MORPHOLOGIE. — *Forme.* — Droite, linéaire (fig. 1).
Dimensions. — Longueur : 1,5 à 2,5 cm.
Largeur : 3 mm. environ.
Epaisseur : 0,6 mm. en moyenne.

KETELEERIA FORTUNEI

KETELEERIA FORTUNEI. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10; *9* bourgeon × 2; *10* cône × 1; *11* écaille × 1; *12* bractée × 2; *13* graine × 1.

Couleur. — Fitschen indique que la face supérieure est d'un vert brillant, la face inférieure d'un vert pâle. Ces observations n'ont pu être faites sur les échantillons secs étudiés.

Stomates. — La face supérieure est dépourvue de stomates. La face inférieure en possède 15 à 20 lignes de part et d'autre de la nervure.

Extrémités. — Apex large, arrondi et présentant souvent un très court mucron (fig. 2). Sur les jeunes arbres, les feuilles sont longuement apiculées.

Base tordue entre 50 et 100 grades (fig. 3).

Insertion. — Feuilles subdistiques, formant un angle à peu près droit avec le ramule (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les bords latéraux forment un angle aigu souvent très recourbé vers le bas (fig. 5). Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 3,6 à 6.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme sont fortement cutinisées.

Sous-épiderme. — Il est très discontinu le long du bord supérieur de la feuille (fig. 5).

Tissu palissadique. — Il est peu individualisé et formé de une à trois assises de cellules.

Tissu transversal. — Ce tissu est bien développé. Il est formé de trois ou quatre assises.

Canaux sécréteurs. — Les canaux sont de faible diamètre et limités par deux assises de cellules non sclérifiées.

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme peu distinct. Il y a un seul faisceau libéro-ligneux (fig. 6).

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Elle présente un apex aigu, mucroné.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Brun.

Pubescence. — Le ramule, très pubescent sur l'arbre jeune, l'est à peine sur l'arbre âgé.

Cicatrices. — Grandes, disposées sur des spires laches (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — De forme plus ou moins pentagonale (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules épidermiques sont légèrement en papilles. Les poils sont nombreux, uni ou bicellulaires.

Ecorce externe. — Elle est formée de trois ou quatre assises de cellules, en voie de subérification.

Liège. — Il possède très tôt un cordon périphérique de cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Collenchymateuse, elle renferme de nombreux canaux sécréteurs.

Liber. — Peu épais, il renferme dans ses éléments primaires de nombreux cristaux d'oxalate.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle est sclérifiée, particulièrement à la périphérie.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde globuleux (fig. 9).

Ecailles. — Peu nombreuses, les inférieures bombées.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde cylindrique (fig. 10).

Dimensions. — Longueur : Fitschen indique 8 à 18 cm. Les échantillons étudiés étaient dépourvus de grands cônes.

Largeur : 3,5 cm. environ.

Ecailles. — A contour pentagonal, aussi longues que larges. Elles sont fortement auriculées (fig. 11). Bord latéral finement denticulé.

Bractées. — Courtes, dépassant faiblement le milieu de l'écaille. La base est presque linéaire, très étroite au voisinage du limbe. Ce dernier est arrondi et terminé par une courte pointe médiane, encadrée de deux lobes triangulaires arrondis. Les bords latéraux du limbe sont fortement denticulés laciniés (fig. 12).

GRAINE

Longueur 13 mm.; Fitschen indique 13-15 mm. Longueur avec l'aile, 28 mm.; Aile large, arrondie au sommet (fig. 13).

KETELEERIA ROULLETII (Chev.) Flous.

NOM ET SYNONYMES

Keteleeria Davidiana Lecomte (1923), 26 *cum ic.*, (1926), 21.
KETELEERIA ROULLETII FLOUS (1936 e), 8.
TSUGA ROULLETII CHEVALIER (1919), 164; Anonyme (1931), 13.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Jacquet, n° 578, 6/1900; Montagne de Lang-Biang. Museum de Paris (*sub. Davidiana*).

Aug. Chevalier, n° 30.025, 12/2/1914. Annam; Massif du Lang-Bian Dalat, 1.400 m. d'altitude. Museum de Paris (*sub. Davidiana*).

Aug. Chevalier, n° 30.669, 10/2/1914. Annam: Massif du Lang-Bian entre Dran et Dalat. Museum de Paris (*sub. Davidiana*).

?, Lang biang, Dalat (1.500 m.) et aux chutes du Da Tam (1.100 m.), Museum de Paris (*sub. Davidiana*).

Aug. Chevalier, n° 3.929, Annam : Dran, prov. Lang-Bian, 1.100 m., Herb. du Museum de Paris (*sub Davidiana*).

Aug. Chevalier, n° 40.439, 3/4/1919, Sud Annam, Plateau du Langbian, entre Bellevue et Dran, 800 à 1.000 m. Herbier du Museum de Paris (*sub. Tsuga Roulletii*).

Aug. Chevalier, n° 40.374, 29/4/1919, Sud-Annam, massif du Langbian, Dran, 1.000-1.200 m. Museum de Paris.

Aug. Chevalier, n° 40.542, 3/15/1919, Sud Annam, plateau du Langbian, Dalat et Dran, 1.000-1.500 m. Museum de Paris (*sub. Tsuga Roulletii*).

Hayata, 1921, Indochine Dalat, Museum de Paris (*sub. Davidiana*).

Lecomte et Finet, n° 84, Dalat, Herb. du Museum de Paris. (*sub. Davidiana*).

?, n° 1.048, Dalat, Museum de Paris (*sub. Davidiana*).

Cette espèce n'a été signalée que dans le massif du Lang-Biang, en Indochine.

TAILLE ET PORT

Chevalier indique : Grand et bel arbre de 20 à 25 m. de haut. Port de Sapin.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Linéaire, droite ou légèrement falquée.

Dimensions. — Longueur: 2,5 à 4,5 cm.

Chez les arbres jeunes la longueur de la feuille atteint 8 cm.

Largeur : 3,5 mm. environ.

Epaisseur : 0,7 mm. environ.

Couleur. — Pas de renseignements connus.

Stomates. — La face supérieure, dépourvue de stomates sur les arbres jeunes, en possède finalement 1 à 5 lignes de chaque côté de la carène médiane (fig. 1). Sur la face inférieure, on compte 10 à 15 lignes, de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex ogival ou arrondi (fig. 2). La feuille est longuement pointue sur les arbres jeunes.

Base : Non ou faiblement tordue (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles sont subdistiques, légèrement rabattues vers l'avant (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — Elliptique aviculaire, aiguë et recourbée aux angles (fig. 5). Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 3,5 à 5.

Epiderme. — Les cellules épidermiques ont leur membrane externe très fortement cutinisée et par suite une lumière très réduite.

Sous-épiderme. — Il est très discontinu, doublé aux angles et dans le plan médian (fig. 5).

Tissu palissadique. — Il est formé de deux à trois assises de cellules étroites.

Tissu transversal. — Ce tissu est peu épais.

Canaux sécréteurs. — Les deux canaux ne présentent rien de particulier.

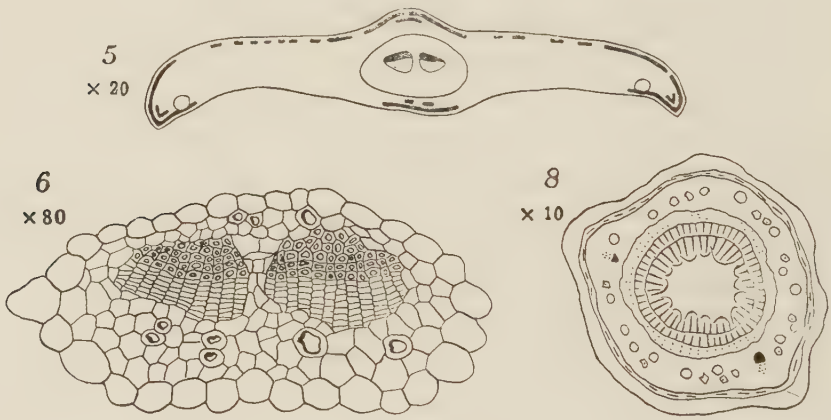
Cylindre central. — Dans le cylindre central on observe généralement deux faisceaux libéro-ligneux nettement séparés par deux ou trois rangées de cellules parenchymateuses (fig. 6).

Le bois et le liber présentent des cristaux d'oxalate. Il existe de grosses fibres incomplètement sclérifiées, au-dessus et au-dessous des faisceaux.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair.

Pubescence. — Le ramule est glabre sur les arbres âgés. Il est pubescent sur les arbres jeunes.



KETELEERIA ROULLETII

Cicatrices. — Circulaires, grandes, très éloignées les unes des autres (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — De forme pentagonale, à sillons peu marqués (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules épidermiques sont fortement cutinisées.

Ecorce externe. — Elle est fortement subérifiée dans les ramules de l'année.

Liège. — Le liège est très épais et renferme plusieurs assises de cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Elle est peu épaisse. On distingue une zone périphérique à petites cellules régulières et une zone interne, lacuneuse, qui renferme 15 à 20 canaux sécréteurs et de gros paquets de sclérites.

KETELEERIA ROULLETII

KETELEERIA ROULLETII. — *1* Feuille de rameau stérile × 2; 2 face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le ramule × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; 7 ramule × 4; *8* section du ramule × 10; *9* bourgeon × 2; 10 cone × 1; *11* écaille × 1; *12* bractée × 1; *13* graine × 1 .

Liber. — Il est épais et présente, dans ses éléments primaires, de nombreux cristaux d'oxalate.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle renferme de nombreuses cellules ponctuées.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde cylindrique (fig. 9).

Ecailles. — Nombreuses.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Les échantillons étudiés présentaient des cônes très abimés. Cependant la forme générale paraît plus globuleuse que dans les autres espèces (fig. 10).

Dimensions. — Longueur : 5 à 8 cm. [12 à 15 cm. d'après LECOMTE].

Largeur : 5 à 6 cm.

Ecailles. — Grandes, bombées, à contour losangique, nettement plus longues que larges, La partie externe se rétrécit brusquement et est limitée latéralement par deux bords concaves denticulés. Son bord terminal se recourbe légèrement vers l'intérieur. La face externe de l'écaille est finemnnt costulée (fig. 11).

Bractées. — Courtes, peu apparentes. La partie basale est linéaire puis élargie vers son point d'insertion sur l'écaille. Le limbe est ovale, terminé par une grose pointe médiane encadrée de deux courtes pointes latérales (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 14 mm.; longueur avec l'aile : 3,8 cm. Aile étroite au sommet, progressivement élargie vers la base. Bord interne droit (fig. 13). Le bord de l'aile dépasse l'écaille sur le cône (fig. 10).

IV. CLASSIFICATIONS PRATIQUES

CLASSIFICATION GÉNÉRALE N° 1

D'APRES LES CARACTERES MORPHOLOGIQUES

Feuille pointue mucronée 1
Feuille non pointue 2

1. Feuille longue. Nombreux stomates sur la face supérieure. Cône grand, cylindrique. Ecaille pubescente, losangique, à bord denticulé. Bractée trapue, à base très large, séparée du limbe par un brusque étranglement. Yunnan ..... *K. Evelyniana.*

Feuille courte. Stomates rares sur la face supérieure. Cône petit, ovoïde. Ecaille glabre, pentagonale, à bord entier. Bractée étroite, base linéaire plus étroite que le limbe. Kouangsi, Koeï-Tchéou. ..... *K. Chien Peii.*

2. Feuille longue, jusqu'à 4,5 cm 3
Feuille courte, jusqu'à 2,5 cm 5

3. Feuille étroite (n'atteignant pas 2,5 mm.). Ecaille du cône à peu près aussi longue que large. Indochine ..... *K. Dopiana.*

Feuille large (3,5 mm. et plus). Ecaille du cône allongée, graine à aile longuement atténuée 4

4. Ramule glabre. Longues lignes de stomates sur la face supérieure de la feuille. Apex étroit. Indochine ..... *K. Roulletii.*

Ramule pubescent. Stomates rares, localisés vers l'apex. Apex large, plus ou moins déprimé. Nord de la Chine ..... *K. Davidiana.*

5. Bractée du cône terminée par un seul lobe. Stomates rares, vers l'apex. Kouangsi, Koeï-Tchéou ..... *K. Esquirolii.*

Bractée du cône terminée par trois lobes 6

6. Pas de stomates sur la face supérieure de la feuille. Tché-Kiang. ..... *K. Fortunei.*

Stomates sur la face supérieure de la feuille 7

7. Stomates très nombreux. Ramule très pubescent. Ecaille du cône suborbiculaire. Kouangsi ..... *K. cyclolepis.*

Stomates peu nombreux. Ecaille du cône pentagonale-losangique. Formose ..... *K. formosana.*

CLASSIFICATION GÉNÉRALE N° 2

D'APRES LES CARACTERES ANATOMIQUES

Feuille épaisse, rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 2,6 à 3,5. 1

Feuille plate, rapport variant de 3,5 à 6. 3

1. Sous-épiderme continu en dehors des lignes de stomates, cylindre central de la nervure de grande dimension. Face externe de l'écaille portant de nombreux poils, uni ou bicellulaires. . *K. Evelyniana.*

Sous-épiderme discontinu le long du bord supérieur malgré la rareté des stomates. Cylindre central de la nervure de faibles dimensions. 2

2. Feuille large. . . . . *K. Esquirolii.*

Feuille étroite. . . . . *K. Dopiana.*

3. Nervure renfermant généralement deux faisceaux libéro-ligneux séparés, sous-épiderme très discontinu. . . . . *K. Roulletii.*

Nervure renfermant un seul faisceau libéro-ligneux. 4

4. Stomates nombreux sur le bord supérieur de la section foliaire. . . . . *K. cyclolepis.*

Stomates rares ou absents. 5

5. Sous-épiderme à peu près continu. Carène médiane très saillante. . . . . *K. Chien Peii.*

Sous-épiderme discontinu. 6

6. Stomates absents sur le bord supérieur de la section. . *K. Fortunei.*

Stomates plus ou moins nombreux suivant le niveau de la section. 7

7. Sous-épiderme abondant, peu discontinu. . . . . *K. Davidiana.*

Sous-épiderme très discontinu. . . . . *K. formosana.*

B. — RÉVISION DU GENRE *PSEUDOTSUGA*

INTRODUCTION

Le genre *Pseudotsuga* a été distingué assez tard et pendant longtemps on n'a reconnu qu'une espèce appartenant à ce genre. On lui trouvait une aire immense en Amérique du Nord, ce qui impliquait des possibilités d'adaptation à des climats très différents vraiment extraordinaires. Introduite en Europe, cette soi-disant espèce unique présentait des types de biologie différents, que distinguaient forestiers et horticulteurs. Malgré les forestiers américains, qui ont longtemps continué à ne voir qu'une seule espèce, deux autres espèces furent créées en Amérique. Le continent asiatique a montré lui aussi l'existence de trois ou quatre espèces.

Employant la méthode anatomique dans la détermination des espèces, j'ai étudié de nombreux exemplaires de *Pseudotsuga,* à l'état frais ou sur des échantillons d'herbiers, obligeamment communiqués par de grandes institutions américaines et européennes. L'étude anatomique a ainsi révélé l'existence d'un assez grand nombre d'espèces, à répartitions géographiques bien individualisées. L'étude d'échantillons asiatiques m'a permis aussi de décrire deux espèces nouvelles. Une revision générale du genre s'imposait donc. Elle est conçue ici sur le même plan que les révisions déjà parues dans la même série: révision du genre *Abies* par M.-Th. Viguié et H. Gaussen, révision du genre *Picea* par Lacassagne.

Je renvoie à l'introduction de la révision du genre *Abies* pour les considérations générales relatives à ce type de travail, et j'adopte le même plan.

Dans les pages qui suivent vont être traitées les trois premières parties de la révision :

Histoire de l'étude des *Pseudotsuga*.
Description générale du genre.
Monographie et iconographie des espèces actuelles.

Les considérations sur la classification naturelle ont été provisoirement fournies dans le chapitre de mon mémoire relatif à la classification des Pinacées, mais la connaissance des échantillons fossiles, les révisions préalables des genres *Pinus*, *Larix* et *Pseudolarix*, sont nécessaires avant de publier une classification naturelle réellement solide. Cette partie du travail est donc remise à plus tard.

I. HISTORIQUE

Ni Linné, ni Duhamel n'ont connu le *Pseudotsuga.*

Dans les travaux de Loudon (1838-1844), le Sapin de Douglas est décrit sous le nom d'*Abies Douglasii* qui vient de la côte occidentale du Nord de l'Amérique, et qui est probablement notre *Pseudotsuga Douglasii.* Il distingue deux variétés : l'une qui a des feuilles pointues, vertes sur les deux faces, l'autre qui a des feuilles émarginées, glauques sur la face inférieure. Cette indication n'est pas suffisante pour savoir s'il s'agit de *Ps. glauca.* Cet auteur avait réalisé un catalogue de toutes les plantes indigènes cultivées ou introduites en Grande-Bretagne, sous une forme extrêmement condensée. Il distingue (édition de 1850) : *Abies Douglasi* Hort et *Abies taxifolia* Lamb.

L'apparition du traité de Carrière constitue une date dans l'histoire des Conifères. C'est, en effet, la première fois qu'un ouvrage leur fut consacré par un auteur qui les connaissait de façon remarquable. Cet ouvrage a d'ailleurs servi de base à de nombreux travaux de ses successeurs, qui ainsi que le font remarquer Th. Viguié et H. Gaussen, dans leur traité sur les *Abies,* oublièrent souvent de le citer. C'est à lui qu'on doit la distinction du genre *Pseudotsuga.* Dans la première édition de son ouvrage (1855), Carrière avait rangé le Sapin de Douglas dans les *Tsuga,* sous le nom de *Tsuga Douglasii.* Dans sa deuxième édition (1867), il reconnaît la différence entre le Sapin de Douglas et les *Tsuga* et crée ainsi le genre *Pseudotsuga.* Il y distingue un *Pseudotsuga Douglasii* auquel il donne comme synonyme le *Pinus taxifolia* de Lambert.

A côté de variétés horticoles décrites par lui, il parle d'un *Pseudotsuga Douglasii taxifolia* auquel il donne comme synonyme : *Abies Douglasii Mexicana* de Hartweg et *brevibracteata* de Antoine. D'après Beissner, cette forme viendrait de l'Orégon et aussi de Real del Monte au Mexique. Les localités de Real del Monte correspondent à mon *Pseudotsuga macrolepis* et bien que le feuilles ne soient pas plus longues que dans *Ps. Douglasii,* il

est possible que l'indication de Carrière se rapporte au *Ps. macrolepis*.

Hooker (1840) distingue *Pinus* (*Abies*) *Douglasii*. Le dessin qu'il donne correspond bien à *Pseudotsuga Douglasii*.

En 1841 Link considère une section *Dehiscentes* du genre *Picea*. Cette section renferme *Picea Douglasi* qui est notre *Pseudotsuga Douglasii*, dont il sépare un *taxifolia* ayant la même répartition géographique.

Sous le nom de *Tsuga Lindleyana* Rœzl (1857) cet auteur décrit aux environs de Real del Monte, un arbre pour lequel la description du cône est insuffisante. Il dit : cônes longs d'environ 5 cm., terminaux, persistants après la chute des graines. Il n'est pas possible d'après cette description de savoir si on a affaire à un *Pseudotsuga*.

Michaux dans son important ouvrage sur la forêt américaine donne dans l'édition de Nuttal (1865) l'*Abies Douglasii*, qu'il représente dans sa planche 115 par un cône à bractées réfléchies. Il donne aussi ce caractère dans le texte. Il l'a récolté dans le ravin de Thornberg et sur les rives de Timpanogos. Cette description se rapporte manifestement à *Ps. glauca*.

Dans son édition de 1867, Carrière considère une espèce peu connue de Tsuga, qu'il appelle *Tsuga Lindleyana* Roezl. Il avait bien vu la possibilité d'un rapprochement avec le *Pseudotsuga Douglasii taxifolia* (= *Ps. brevibracteata* étudié ci-dessus) mais constate que la description de Rœzl était très différente de celle de Loudon. En effet, Rœzl, par exemple, indique des feuilles de 14 mm. alors que le *Ps. brevibracteata* doit avoir des feuilles plus longues que le Sapin de Douglas. Mais une remarque pleine d'intérêt de Carrière est la suivante : il prétend que Rœzl « aurait vu les bractées du cône qui bien moins longues que celles du type, sont néanmoins sensiblement saillantes ». Quand il parle du type, il s'agit du *Pseudotsuga Douglasii*. Il règne donc une grande confusion sur cet arbre mais il est fort possible que Rœzl ait donné une description exacte, correspondant à mon *Pseudotsuga macrolepis* (ou peut-être à *Ps. Guinieri*) qu'il avait évidemment vu au Mexique. *Ts. Lindleyana* serait alors synonyme de l'une de mes deux espèces, mais très insuffisamment décrit pour avoir la priorité.

Dans le genre *Abies*, Carrière cite un *Abies mucronata* Rafi-

NESQUE, habitant l'Orégon, dont la variété *palustris* a des cônes s'effilant régulièrement en pointe (une petite feuille est insérée sur le milieu [de l'écaille], en couvre le centre, et s'étend à un demi-pouce au-dessus de l'écaille). Cette description a été souvent considérée comme se rapportant au *Pseudotsuga Douglasii*, et cela paraît, en effet, fort probable.

En 1868, CARRIÈRE donne des précisions sur *Ps. Lindleyana*, qu'il considérait comme peu connu dans son traité. Il fournit une excellente gravure en couleur de cette espèce.

L'année suivante, PARLATORE distingue dans son *genus Pinus : P. Douglasii.*

KOCH (1873) considère *Abies Douglasii* LINDL.

En 1874, BERTRAND, dans son importante étude sur l'Anatomie des Gnétacées et des Conifèresa étudié les feuilles de *Pseudotsuga.* Mais il avait une conception très particulière de la définition de ce sous-genre, car il y comprend notre *Abies nobilis,* notre *Keteleeria Fortunei* et *Keteleeria Davidiana.* Il est probable que son échantillon appelé *Pseudotsuga nobilis* était inexact. Il donne pour *Pseudotsuga Douglasii* le caractère d'absence de stomates sur la face supérieure et cinq files de stomates par bandelette. Pas de sous-épiderme sur la face supérieure. Cette dernière indication me fait croire que BERTRAND avait à sa disposition un échantillon de *Pseudotsuga cæsia.*

Dans le genre *Pinus* M'NAB (1876) distingue la section *Abies* par un double faisceau vasculaire, et la section *Pseudotsuga* par un faisceau simple. Dans cette dernière section il place plusieurs de nos *Abies* actuels : *nobilis, magnifica,* un *Pseudotsuga* actuel et des *Keteleeria* actuels *Davidiana* et *Fortunei.* Les espèces sont représentées par des coupes transversales de feuilles.

Les deux figures données à la planche 49, fig. 32 *a* et 32 *b*, ne correspondent pas à l'espèce *Douglasii* telle qu'elle est connue actuellement. En l'absence d'autres renseignements on ne peut dire de façon précise à qu'elle espèce correspondent les échantillons étudiés. Il s'agit de *Ps. Flahaulti,* ou *Ps. Guinieri.*

Dans sa Flore des Rocheuses COULTER (1885), cite *Ps. Douglasii.*

WILLKOMM (1887), dans sa Flore Forestière, ne distingue que *Pseudotsuga Douglasii.*

La même année, LAVALLÉE signale une seule espèce de *Pseudotsuga* et en indique quatre variétés.

Eichler (1889) dans l'ouvrage d'Engler et Prantl divise le genre *Tsuga* en deux sections. La deuxième est *Pseudotsuga* Carr. Il s'élève contre l'idée d'en faire un genre spécial, car la différence de bractées ne lui paraît pas un caractère suffisant. Il n'a évidemment pas songé à l'anatomie qu'il avait pourtant parfaitement décrite en indiquant que la section *Eutsuga* avait un seul canal.

Dans la section *Pseudotsuga* il distingue une seule espèce *Ps. Douglasii* (Sabine) Carrière.

Dans le supplément 1897, Engler estime qu'il y aurait lieu d'en faire un genre spécial, mais ce n'est qu'en 1900 qu'il admet ce genre, avec deux espèces : *Ps. taxifolia* (Lamb.) Brit. et *Ps. japonica* Shirasawa.

Hempel et Wilhelm en 1889 ont publié un ouvrage très documenté et remarquablement édité sur les arbres et les buissons de la forêt. Chaque espèce est étudiée avec le plus grand détail mais les auteurs ont essentiellement parlé des types européens. Quelques exotiques ont été signalés comme *Pseudotsuga Douglasii, Pinus Strobus, P. rigida, P. ponderosa, P. Jeffreyi.* Mais ils ne donnent pas d'idées générales sur la classification.

L'année suivante, Daguillon a étudié l'anatomie des feuilles de Conifères. Il a pris pour exemple *Ps. Douglasii* et étudié la structure des cotylédons, des feuilles d'un an et des feuilles âgées.

Beissner dans l'édition de 1891, distingue : *Pseudotsuga Douglasii* Carr., *Ps. Douglasii macrocarpa* Engelm.

Mouillefert (1892-1898) distingue *Ps. Douglasii* avec les variétés non horticoles *macrocarpa* et *glauca*. Il figure un rameau fertile de *Ps. Douglasii.*

Masters, en 1893, étudie les Taxacées et les Conifères. Il sépare le genre *Pseudotsuga* des *Abies* et des *Picea*. Il indique que dans ce qui est pour lui la variété *macrocarpa*, existent des idioblastes qu'il n'a pas observés dans la forme type. En réalité j'ai pu constater que cette dernière possède aussi les sclérites en question.

Radais (1894) estime que le genre ne renferme qu'une espèce *Ps. Douglasii* dont il étudie avec soin l'anatomie du cône.

En 1895, Shirasawa décrit une espèce nouvelle dans le *Botanical Magazine*. Il la nomme *Ps. japonica.*

En 1895, le *Ps. glaucescens* est étudié par Bally. Il décrit le *Pseudotsuga glaucescens* découvert par Rœzl sur les montagnes

de Las Cruces au Mexique. Il considère des échantillons venant de Bourg Argental (Loiret). Il pense que les différences avec le Sapin de Douglas résident dans la couleur du feuillage et du cône jeune. L'auteur croit qu'il s'agit d'une variété mexicaine du Sapin de Douglas et l'appelle *Pseudotsuga Douglasii glaucescens*. Il est possible qu'il s'agisse du *Ps. Flahaulti*.

La même année, Ed. André insiste sur le fait que *Ps. glaucescens* n'est pas l'ancienne variété glauque du Sapin de Douglas. Il émet l'hypothèse que le *Ps. glaucescens* découvert par Rœzl, au Mexique, est la même forme que celle du Colorado. La glaucescence serait un phénomène particulier à cette région. Il rapproche la forme *glaucescens* de *Ps. Douglasii* de *Abies concolor* et de *A. pungens*.

En 1899, Shirasawa, dans son bel ouvrage d'iconographie des essences forestières du Japon, a figuré par 30 figures le *Pseudotsuga japonica*. Il donne des renseignements sur la qualité du bois.

Kent (1900) fait une longue description de l'*Abietia Douglasii* dans lequel il distingue la variété *glauca* qu'il appelle *Abies coloradensis*, la var. *macrocarpa*, la var. *pendula*, la var. *Standishii* et la var. *taxifolia*. Il remarque que certaines de ces variétés sont des formes géographiques : *glauca* est du Colorado, *taxifolia* est de l'Orégon et du Mexique.

En 1903 Hickel étudie les essais d'introduction d'essences exotiques, dans les forêts de Prusse et d'Autriche. D'après les expériences de Schwappach et de Cieslar, il montre que *Ps. Douglasii* mérite d'être cultivé.

Sargent (1905) décrit *Ps. mucronata* Sudw et *Ps. macrocarpa* Mayr. Deux dessins accompagnent le texte.

L'année suivante Mayr signale l'existence de trachéides des rayons dans le bois de *Ps. macrocarpa*. Cette disposition n'existe pas dans *Ps. Douglasii*. Il note aussi la présence d'épaississements spiralés dans les trachéides marginales de *Ps. macrocarpa*. Ces épaississements manquent dans *Ps. Douglasii*. Cet auteur a étudié tout particulièrement le genre *Pseudotsuga*, dans son traité sur les arbres exotiques. Il admet les espèces *Douglasii, glauca, japonica, macrocarpa*.

En 1906, Masters cite au Japon et à Formose *Ps. japonica*.

Pardé publie une énumération des végétaux ligneux cultivés à

l'Arboretum national des Barres, dont il avait la direction. Chaque espèce fait l'objet d'une étude biologique et de remarques sur les qualités économiques. Il cite uniquement *Ps. Douglasii* et considère *Ps. glauca* comme une variété.

Les travaux sur les Conifères continuent à être nombreux et variés.

Masters, en 1907, signale au Japon et à Formose une espèce de *Pseudotsuga : japonica.*

En 1908 Sudworth publie un important ouvrage sur les arbres forestiers de la Côte Pacifique des Etats-Unis. Il admet deux espèces de *Pseudotsuga : taxifolia* et *macrocarpa.* Il en donne deux dessins remarquables.

Durant l'année 1909 nous pouvons citer plusieurs auteurs. Lawson consacre un important article à l'étude du gamétophyte de *Ps. Douglasii.* Il montre les différences entre ce genre et le genre *Tsuga,* et estime que les Abiétinées sont le plus ancien groupe des Coniférales.

Beissner publie la seconde édition de son Traité des Conifères, complètement refaite, et qui est devenue l'ouvrage fondamental en la matière. Il distingue trois espèces de *Pseudotsuga : Douglasii, macrocarpa et japonica. Ps. glauca* est pour lui une forme du *Ps. Douglasii.*

Dans ses Illustrations of Conifers, Clinton Baker représente deux espèces de *Pseudotsuga : Douglasii* et *japonica.*

Schelle consacre quelques pages à l'étude des *Pseudotsuga,* dans son Traité des Conifères rustiques en Europe centrale. Il fait de *Ps. glauca* une variété du Douglas. Il signale de nombreuses variétés de *Douglas.* Il étudie en outre les espèces *macrocarpa* et *japonica.*

Frothingham a publié une importante étude sur le Sapin de Douglas. Il distingue diverses formes qu'il réunit, d'après leur physiologie et leur morphologie, en un groupe côtier et un groupe de montagne. Mais il ne donne pas de noms. Il s'intéresse beaucoup à leur répartition géographique et aux conditions forestières dans lesquelles elles vivent. Il est amené ainsi à distinguer en Amérique du Nord : une région côtière, une région des Sierras, des Rocheuses septentrionales, des Rocheuses moyennes et des Rocheuses méridionales. Il est curieux de constater que sa pre-

mière région comprend les aires de *Ps. Douglasii* et *vancouverensis*. La seconde région correspond à *Ps. californica* et *macrocarpa*. La troisième englobe *cæsia*, une partie de *Douglasii*, une partie de *glauca* et de *Merrilli*. La quatrième région comprend *Merrilli* en partie, *glauca* en partie. La cinquième correspond à *Rehderi, macrolepis, Guinieri, Flahaulti* et *globulosa*.

W. Bailey a étudié la structure du bois dans les *Pinae* et notamment dans le genre *Pseudotsuga*. D'après cet auteur, le bois ressemble à celui des *Larix* et des *Picea*. Il rappelle que Mayr a signalé l'existence de trachéides des rayons dans *Ps. macrocarpa* alors que *Ps. Douglasii* en est dépourvu. Il conteste l'absence d'épaississements spiralés dans les trachéides de *Ps. Douglasii*. Ces épaississement manquent dans certains échantillons et existent dans d'autres. Cette opinion diffère de celle de Mayr.

Enfin Lawson a étudié le gamétophyte et l'embryon de *Pseudotsuga Douglasii*.

En 1910, dans son ouvrage sur la « Silva of California », Jepson décrit *Ps. Douglasii* et *Ps. macrocarpa*. Il donne pour chacune d'elles une bibliographie très complète.

Beauverie donne des renseignements sur le bois de *Pseudotsuga Douglasii*. Il fournit une grande partie du bois de pitchpin ou pichepin des Américains.

Harshberger, en 1911, donne de nombreuses localités de *Ps. Douglasii* et de *Ps. macrocarpa*. Il indique les paysages végétaux qui comprennent ces arbres.

Lotsy étudie en détail *Ps. Douglasii* et donne à son sujet 31 figures, en partie d'après Lawson, qui a étudié tout particulièrement la reproduction. Quand le prothalle est mûr, la paroi du macrosporange l'entoure d'une façon complète, à l'exception de la région des archégones. Dans cette région, elle manque complètement, et, à ce point de vue, *Pseudotsuga* est très différent du *Tsuga*.

A l'inverse de chez toutes les autres Conifères, chez *Pseudotsuga* les grains de pollen n'atteignent pas la pointe du nucelle, mais seulement la chambre supérieure du tégument, où ils germent. Il se forme un étroit tube micropylaire. La forme du micropyle est très particulière, car le tégument forme un crochet vers l'extérieur, qui rétrécit le canal micropylaire.

Wettstein étudie les divers organes du genre *Pseudotsuga*.

En 1912, Pardé commença la publication d'un bel ensemble de planches en couleurs représentant les Conifères fructifiant en France.

Dode décrivit une espèce nouvelle de *Pseudotsuga* : *Ps. sinensis* dont il figura la forme de la graine et de la bractée (1912).

Wilson en 1916, dans son ouvrage sur les Conifères et Taxacées du Japon, donne des indications géographiques et morphologiques nombreuses. Mais il ne considère que trois espèces pour l'ensemble de la Chine et du Japon. Ce sont *Ps. japonica* Beissn, *Ps. Wilsoniana* Hayata et *Ps. sinensis* Dode. Il pense même que la distinction des deux dernières espèces est douteuse et que *Ps. Wilsoniana* de Formose est identique à *Ps. sinensis* du Yunnan. Seule *Ps. japonica* est admise par l'auteur comme endémique. C'est cette espèce qu'il décrit seulement dans l'ouvrage considéré.

L. W. Durrel écrit une note sur les caractères des feuilles chez les Conifères de l'Amérique du Nord. Il considère notamment *Pseudotsuga mucronata* et *Ps. macrocarpa*. Il signale que la différence entre les feuilles des deux espèces est la présence ou l'absence d'un sous-épiderme continu. Ce fait serait en relation avec les conditions du milieu. J'ai constaté que les feuilles de *Ps. macrocarpa* n'ont pas un sous-épiderme absolument continu, comme cela s'observe dans d'autres espèces, de régions bien différentes.

En 1918, Sudworth considère une seule espèce de *Pseudotsuga*: *Ps. taxifolia* (Poir.) Britt. Cet auteur n'admet pas la distinction entre l'espèce des Rocheuses (qui est notre *Ps. glauca* Mayr) et celle de la côte Pacifique (qui est notre *Ps. Douglasii* Carr.) sous le nom *taxifolia* il figure un échantillon de *Ps. glauca* dont les caractères apparaissent nettement.

L'étude du *Pseudotsuga taxifolia* est faite avec beaucoup de détails morphologiques et géographiques. Des renseignements nombreux sont donnés aussi sur les conditions de culture.

En 1919, Craib décrit une nouvelle espèce de *Pseudotsuga* de Chine, sous le nom de *Ps. Forrestii*.

Chancerel, dans la Flore forestière de 1920, distingue la seule espèce *Ps. Douglasii* et considère des variétés bleues (*glauca*), à grands cônes (*macrocarpa*), etc.

C'est en 1920 que paraît la première révision du genre. A. Henry décrit les caractères généraux du genre *Pseudotsuga* et

donne une description détaillée des trois espèces américaines qu'il distingue : *Ps. Douglasii* Carr. et sa var. *caesia*, *Ps. glauca* Mayr, *Ps. macrocarpa* Mayr, et de quatre espèces asiatiques : *Ps. japonica* Beiss., *Ps. sinensis* Dode, *Ps. Forrestii* Craib et *Ps. Wilsoniana* Hayata.

Quelques points de ces descriptions sont à modifier, par exemple, contrairement à ce que dit l'auteur, il existe des idioblastes dans *Ps. Douglasii*. Certains caractères donnés pour *Ps. caesia* et pour *Ps. glauca* ne me paraissent pas devoir être conservés, de même la comparaison des caractères anatomiques de la feuille.

Le travail de Henry est le plus détaillé qui ait paru jusqu'ici sur le genre *Pseudotsuga*.

Hickel analysant la monographie de Henry signale que les *Ps. sinensis* cultivés en France sont absolument glabres.

Henry et Marg. G. Flood, décrivent les divers hybrides de *Larix* et de *Tsuga*.

Standley, dans son étude des arbres du Mexique, admet encore l'espèce *Ps. mucronata*, synonyme de *Douglasii*, aux montagnes de Chihuahua et de Sonora. Il signale aussi l'espèce *macrocarpa*.

Livingston et Shreve, en 1921, ont fourni une carte détaillée de la distribution de *Pseudotsuga mucronata* aux Etats-Unis. Cette carte représente pour nous la superposition des aires des diverses espèces des Etats-Unis, sauf *macrocarpa* et *californica*.

Dans son ouvrage sur la culture des espèces forestières historiques en Italie, Pavari (1921) a fait une étude de la plupart des Conifères. Le genre *Pseudotsuga* qu'il considère comme formé de cinq espèces : *Douglasii, glauca, macrocarpa, japonica, sinensis*, fait l'objet d'une description importante.

En particulier, le Sapin de Douglas, ou *Pseudotsuga Douglasii* est décrit dans ses caractères botaniques, climatiques, géographiques et pour sa valeur forestière, en de nombreuses pages. Pour chaque espèce, sont indiquées les diverses contrées d'Europe.

En 1922, Schwerin publie une importante étude sur le Sapin de Douglas. Il en étudie la synonymie avec soin et le divise en deux sections : une section *mucronata* ou Douglas de la côte et une section *glaucescens*, ou Douglas de la montagne. Pour chacune, il donne un grand nombre de variétés. Il fournit d'intéressantes discussions synonymiques sur le terme *glaucescens*. Je renvoie à ce que je dis pour l'espèce *Ps. Flahaulti*.

A la même époque, Hickel publie une importante notice sur le Sapin de Douglas, *Pseudotsuga Douglasii*. Il se consacre surtout à l'étude des espèces américaines, *Ps. Douglasii* et *Ps. glauca*. Les questions biologiques relatives à ces deux arbres, la qualité de leur bois, leur succès dans les reboisements, leur répartition géographique, sont étudiés en détail.

Dans une autre notice, publiée en 1923, Hickel montre le succès des reboisements en *Ps. Douglasii*, faits en Normandie.

Dallimore et Jackson ont rédigé un traité de Conifères devenu classique. Cet ouvrage comprend toutes les espèces connues à cette époque. Pour le genre *Pseudotsuga*, les auteurs donnent un tableau dichotomique, admettent l'espèce *Douglasii* avec 13 variétés, les espèces *Forrestii, glauca, japonica, macrocarpa, sinensis* et *Wilsoniana*. Quatre espèces sont figurées.

A la même époque, Silva Tarouca et Schneider distinguent deux groupes : l'un à feuilles pointues, les *Americanæ;* l'autre à feuilles échancrées. Le premier comporte les espèces : *Ps. taxifolia* (*Douglasii*) qui comprend trois variétés : *viridis, caesia* et *glauca* et *Ps. macrocarpa*.

Le deuxième groupe comprend : *Ps. japonica, Ps. sinensis* et *Ps. Forrestii*. *Wilsoniana* de Formose est considéré comme peut être identique à *sinensis*.

Jeffrey, en 1924, étudie le bois de *Pseudotsuga* et signale que l'on y trouve les différents stades : trachéides, trachéides cloisonnées et cellules parenchymateuses.

En 1925, au Congrès forestier international de Grenoble, Pardé étudiait des essences exotiques intéressantes pour nos régions. Il indiquait, en particulier, le Sapin de Douglas.

Dans la deuxième édition de son Traité d'Entomologie forestière, Barbey (1925), consacre un court chapitre aux ravageurs des essences exotiques, dans les plantations européennes. Il signale seulement quelques insectes parasites du Sapin de Douglas.

Engler (1926) donne une étude de la répartition géographique des Pinacées. Dans le domaine de l'Amérique du Nord Pacifique, il cite les *Pseudotsuga*. Dans le domaine d'Asie tempérée, il cite aussi les *Pseudotsuga*.

Studt (1926) étudie la répartition actuelle et passée du genre *Pseudotsuga*. Comme espèces actuelles, il considère : *Ps. taxifolia* (Lamb) Brit. (= *Ps. Douglasii* [Lindl] Carr.), *Ps. macrocarpa*

Mayr., *Ps. glauca* Mayr., *Ps. japonica* (Shirasawa) Beissn., *Ps. Wilsoniana*, Hayata, *Ps. sinensis* Dode, *Ps. Forrestii* Craib.

Pilger considère sept espèces de *Pseudotsuga*. Il les classe géographiquement en espèces américaines : *Ps. taxifolia* (= *Douglasii*), *Ps. glauca*, *Ps. macrocarpa* et en espèces est-asiatiques, caractérisées par une feuille échancrée : *Ps. japonica*, auquel il rattache comme proche parents *Ps. Wilsoniana*, *Ps. sinensis* et *Ps. Forrestii*.

J. de Hoogh étudie le Douglas vert aux Pays-Bas et montre le succès de cette essence.

L'année suivante, en 1927, J. Davidson a étudié les *Pseudotsuga* de Colombie Britannique. Il estime que les règles de nomenclature amènent au terme *Ps. taxifolia*. (Nous verrons que Valckenier Suringar est d'avis qu'il faut conserver l'ancien nom *Ps. Douglasii*). Cet auteur, qui, habitant Vancouver, est particulièrement bien placé pour l'étude des *Pseudotsuga Douglasii*, a été frappé de la variabilité des cônes et n'admet pas l'existence de plusieurs espèces. Il a eu l'amabilité de m'envoyer des échantillons montrant ces variations. Mais la constance des caractères anatomiques des feuilles que j'ai observée dans les échantillons d'herbier ou d'arboretum, me paraît justifier la distinction de trois espèces en Colombie Britannique : *Douglasii*, *vancouverensis* et *caesia*.

Rehder distingue 4 espèces de *Pseudotsuga*. En Amérique se trouve une seule espèce *Ps. taxifolia* qui présente deux variétés :

var. *viridis* Asch et Gr. (= *Ps. Douglasii mucronata* Schw.) qui renferme trois formes : *caesia* Asch et Gr., *fastigiata* Sudw. et *pendula* Sudw.

var. *glauca* Schn avec les formes *argentea* Sudw., *glauca pendula* Schn, *compacta* Sudw. et *globosa* Asch et Gr.

En Asie, l'auteur considère *Ps. japonica*, *Ps. sinensis* et *Ps. Wilsoniana*.

En 1928-29, Pardé, dans son travail sur les essences exotiques introduites en Europe, signale *Ps. Douglasii* et *Ps. glauca*.

FitzPatrick, en 1929, donne des tableaux de détermination des genres et des espèces de Conifères. Dans le genre *Pseudotsuga*, il considère sept espèces et la variété *caesia* du *Ps. Douglasii*.

Florin (1931) dans son important ouvrage sur les cellules épidermiques et les stomates, fait une étude très détaillée de l'origine des stomates en prenant comme exemple *Ps. Douglasii* (sub *taxifolia*). Il y consacre deux planches comprenant 16 figures. Il montre que le genre *Pseudotsuga* est caractérisé par le type monocyclique.

Pour les organes développés cet auteur a étudié *Ps. Forrestii, Ps. glauca, Ps. japonica, Ps. macrocarpa, Ps. sinensis, Ps. Douglasii* (*taxifolia*), *Ps. Wilsoniana.*

Il donne une description morphologique des formes de jeunesse et adultes, ainsi qu'une étude détaillée des cellules épidermiques.

Des planches montrent d'excellentes microphotographies de l'épiderme de *Ps. japonica* et *Ps. Wilsoniana.*

Holdt (1931) étudie le Sapin de Douglas dans l'état de Montana. Il remarque l'existence d'une forme différente du type. Les rameaux sont blanc-gris et non brun-rougeâtres, les feuilles sont plus pointues, dressées, toutes faiblement arquées. La pointe des bractées est plus courte. L'auteur pense que cette forme du Montana mérite d'être séparée du type. Elle croît moins vite que *Ps. caesia,* elle supporte, par contre, des conditions biologiques variées. Je crois que cette forme du Montana est l'espèce que j'ai décrite sous le nom de *Ps. Merrilli.*

En 1932, Hickel publie son traité de Dendrologie forestière. Il insiste beaucoup sur les différences entre *Ps. Douglasii* et *Ps. glauca.* Il admet aussi les espèces *caesia* et *macrocarpa* et signale encore en Amérique l'existence probable d'une espèce distincte dans l'état de Chihuahua. Les échantillons qu'il m'avait communiqués m'ont permis de décrire l'espèce *Ps. Guinieri.*

Comme espèces asiatiques, il signale seulement *japonica, sinensis* et *Forrestii.*

Carl Ansorge (1932) distingue les espèces *viridis, glauca* et *caesia.*

Les *Pseudotsuga* ont fait aussi l'objet d'études cytologiques. K. Sax et H. J. Sax (1933), étudiant les nombres de chromosomes et leurs formes chez les Conifères, indiquent la disposition chez *Ps. taxifolia,* qui est notre *Ps. Douglasii.*

Orr (1933) considère *Ps. Forrestii* comme distinct de *Ps. Wilsoniana* avec lequel E. H. Wilson voulait le confondre.

Dans son ouvrage sur les Conifères cultivées en Amérique du Nord, qui fait suite à un premier traité sur les arbres à feuilles persistantes, Bailey, en 1933, admet seulement 4 espèces de *Pseudotsuga : Douglasii, macrocarpa, japonica, sinensis.* Il considère que *glauca* est une variété de *Douglasii.* Il indique 14 variétés de *Ps. Douglasii.* Certaines d'entr'elles me paraissent correspondre à des espèces que j'ai distinguées récemment. Les indications bibliographiques sont excellentes.

Au début de l'année 1934, j'ai décrit deux espèces nouvelles de *Pseudotsuga* américains, toutes deux en partie mexicaines : *Ps. Guinieri* et *Ps. macrolepsis.* J'avais admis à cette occasion que *Ps. Douglasii* n'existait pas au Mexique, ce qui a été confirmé par les études ultérieures. J'admettais que le *Ps. glaucescens* de Bailly pouvait être un *glauca.*

A la fin de la même année, j'ai fourni la diagnose et la description de six espèces et une variété nouvelles de *Pseudotsuga* américains.

Je n'avais pas encore d'opinion sur la validité de *Ps. caesia.* Les types nouveaux sont : *Ps. vancouverensis* de la côte Pacifique septentrionale, *Ps. Merrilli* des Rocheuses septentrionales. *Ps. Rehderi, Ps. globulosa, Ps. Flahaulti* et *Ps. Guinieri var. mediostrobus* des Rocheuses Méridionale et du Mexique.

Sur la côte Pacifique méridionale, on connaissait jusqu'alors l'espèce *Ps. macrocarpa.* Les caractères morphologiques et l'anatomie de cette espèce ont été étudiés par Henry, par Durrell, et j'ai retrouvé les mêmes caractères sur des échantillons d'arboretum. Tous les échantillons d'herbier provenant de la même region, et classés sous le nom de *Ps. macrocarpa,* m'ont fourni une anatomie différente de celle du *Ps. macrocarpa.* J'ai été ainsi amenée à créer l'espèce *Ps. californica,* pour laquelle je n'ai malheureusement jamais eu de cône. Je n'ai eu que des écailles manifestement insuffisantes pour donner une idée du cône. Les différences que j'ai pu constater entre les deux espèces sont essentiellement relatives à la forme de la section des feuilles et aux caractères du parenchyme lacuneux. Il y a donc des différences anatomiques nettes entre les deux espèces et malgré l'identité des répartitions géographiques, il me paraît difficile de les réunir en une seule.

A la fin de cet article, j'ai pu fournir un tableau de détermina-

tion des diverses espèces américaines et une carte approximative de leur répartition.

Tout récemment (1936), j'ai décrit deux espèces nouvelles asiatiques. En Chine orientale, les auteurs avaient rapporté les échantillons à *Ps. sinensis* Dode, du Yunnan. La comparaison des échantillons des deux provenances a montré des différences très nettes, justifiant la création de l'espèce *Ps. Gausseni.*

De même, à Formose, un échantillon différent du *Ps. Wilsoniana* Hayata, a été appelé *Ps. Salvadori.*

II. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU GENRE

Avant d'aborder la description des différentes espèces du genre *Pseudotsuga*, il est nécessaire de donner un aperçu général de ce genre. Certains caractères morphologiques et anatomiques étaient déjà connus, d'autres n'avaient pas encore été signalés.

NOM ET SYNONYMES

Le genre *Pseudotsuga* a été créé par Carrière.

Genre *PSEUDOTSUGA* Carrière.
[*PINUS* Lambert (*pro parte*)].

Abies : Lindley (1832), 32.
Abietia : Kent (1900), 476.
Picea : Link (1841), 524.
Pinus : LAMBERT (1803), 51, *cum tabul.*
Pseudotsuga : CARRIERE (1867), 256.
Tsuga : Carrière (1855), 192.

TAILLE ET PORT

Les *Pseudotsuga* sont des arbres de taille élevée. On signale des exemplaires de *Ps. Douglasii* atteignant, dans leur pays d'origine, 100 mètres de haut. Mais cette taille n'est pas atteinte dans toutes les espèces. Plus généralement, la hauteur maxima du tronc varie entre 25 et 45 m.

Des renseignements sur le port ne sont bien connus que pour un nombre réduit d'espèces, *Ps. Douglasii, Ps. glauca, Ps. macrocarpa, Ps. Wilsoniana* par exemple. Il est régulier, conique chez l'arbre jeune. Les ramifications latérales sont à peu près normales au tronc. Les branches sont étalées, droites ou légèrement pendantes à leur extrémité.

Sur l'arbre âgé, le port est plus irrégulier, moins noble.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Les feuilles de *Pseudotsuga* présentent une grande analogie avec celles des *Abies*. Elles sont en forme d'aiguilles, aplaties, plus ou moins longues.

Comme chez les *Abies*, les feuilles persistent généralement sur le rameau sec. Une seule espèce fait exception. *Ps. Gausseni* dont tous les échantillons étudiés étaient dépourvus de feuilles. Ce caractère est donc analogue à celui des ramules de *Picea* et de *Tsuga*.

On n'observe pas de différences sensibles entre les ramules plus âgés.

De même, il ne semble pas exister de différences liées à la position sur l'arbre. Il est vrai que les seuls exemplaires étudiés en détail étaient relativement jeunes et pris dans des arboretums. On ne peut donc pas conclure que dans les arbres âgés les feuilles du haut sont identiques à celles du bas, mais cela est probable.

Les feuilles varient sensiblement avec l'âge de l'arbre. Sur les arbres jeunes, elles sont plus aiguës au sommet.

Comme pour les autres genres étudiés, on considèrera dans ce chapitre et dans l'étude des espèces, les feuilles de première ou de deuxième année, prises sur des branches basses d'arbres adultes.

Morphologie. — *Forme*. — Les feuilles de *Pseudotsuga* sont, le plus souvent, droites et linéaires. Il y a quelques exceptions : chez *Ps. Flahaulti* et *Ps. Gausseni*, elles sont légèrement falquées. Chez *Ps. macrocarpa*, elles sont légèrement élargies à la base.

La face supérieure présente un sillon médian plus ou moins long suivant les espèces. Chez *Ps. glauca*, par exemple, ce sillon s'atténue presque au niveau du milieu de la feuille. Chez *Ps. sinensis* ce sillon est très profond.

Les bords latéraux de la feuille sont toujours entiers, dépourvus de denticulations.

Dimensions. — La longueur de la feuille est très variable. Ses valeurs limites sont 15 mm. et 55 mm. Les feuilles les plus courtes sont celles de *Ps. Merrilli*, *Ps. macrolepsis*, etc., qui ne dépassent pas 25 mm. Les plus longues appartiennent à *Ps. Forrestii*.

La largeur est voisine de 1,5 ou 2 mm. Elle est plus faible dans *Ps. Guinieri* et plus élevée dans *Ps. macrocarpa*.

L'épaisseur varie, au contraire, nettement entre les espèces à feuilles plates (*Ps. macrocarpa*) et celles à feuilles épaisses, qui constituent une forte majorité. Il n'existe jamais de feuilles très épaisses analogues à celles de certains *Tsuga*, ou *Picea*. L'épaisseur n'atteint jamais 1 mm.

Couleur. — Les deux faces ne sont pas identiques. La face supérieure est généralement brillante, la face inférieure glauque. La couleur de la face supérieure varie du vert clair au vert sombre. Comme chez les *Abies*, on observe des cas de glaucescence sur la face supérieure. *Ps. glauca* est ainsi nommé pour ce caractère qui est surtout marqué sur les arbres jeunes.

Stomates. — La face supérieure en est toujours dépourvue. Sur la face inférieure de la feuille, les stomates forment deux bandes blanches. Le nombre de lignes de stomates est beaucoup plus réduit dans les formes américaines que dans les asiatiques. Dans les premières, on compte 4 à 7 lignes sur chaque moitié de la feuille. Seul *Ps. macrolepsis* en possède un plus grand nombre, disposés sur 6 à 12 lignes. Dans les espèces sino-japonaises, il y a normalement 12 à 15 lignes de stomates de chaque côté de la nervure.

La constitution des stomates a été décrite par Florin (1931). Ils sont monocycliques et possèdent 4 à 6 cellules compagnes dont 2 polaires (fig. 1). Les cellules compagnes sont plus ou moins allongées vers l'avant et épaissies en formant des sortes de papilles.

Une disposition particulière a été décrite chez *Ps. Douglasii* (sub *taxifolia*). Les cellules stomatiques ne sont pas immobilisées car la membrane qui sépare la cellule stomatique de la cellule compagne polaire n'est que partiellement lignifiée. Cela permet d'imaginer comment peuvent se produire les mouvements du stomate.

Extrémités. — L'apex a servi depuis longtemps à distinguer les espèces asiatiques des espèces américaines. Dans le premier groupe, l'apex est entier. Dans le second groupe, l'apex est toujours échancré, arrondi (*Ps. vancouverensis*), ogival (*Ps. Flahaulti*) ou plus ou moins mucroné (*Ps. macrocarpa*). Chez les formes asiatiques, les deux lobes sont souvent inégaux, tantôt arrondis (*Ps. Gausseni*), tantôt plus ou moins aigus (*Ps. Forrestii, Ps. Wilsoniana*).

La base est atténuée en un pétiole plus ou moins long.

Dans *Ps. Flahaulti,* le pétiole est assez long et étroit. Dans les espèces asiatiques, il est court et large (Ex.: *Ps. japonica*).

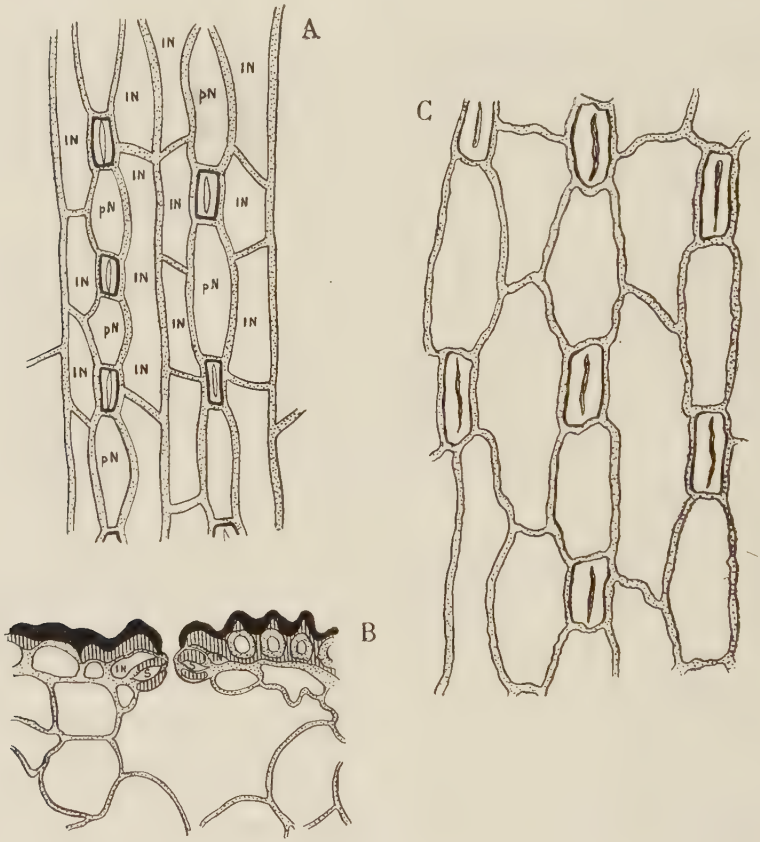


Fig. 1. — Epiderme et stomates. — A, B : *Ps. Douglasii* (*sub taxifolia*) (d'après Florin × 300) ; C : *Ps. Wilsoniana* (d'après une photographie de Florin × 500).

La base est, le plus souvent, légèrement tordue. La torsion ne dépasse jamais 100 grades.

Insertion. — La disposition des feuilles sur le rameau varie peu. Elle est, en général, plus ou moins pectinée avec un léger rabattement vers l'extrémité du rameau (Ex.: *Ps. Douglasii*). Les

feuilles supérieures sont souvent plus dirigées vers l'avant que les feuilles latérales (Ex.: *Ps. macrocarpa*).

Une disposition spéciale s'observe dans *Ps. Merrilli*. Les feuilles sont en brosse, ce qui est en relation avec leur forme arquée signalée plus haut.

La densité des feuilles sur le rameau varie légèrement avec les espèces. Elle est indiquée par le nombre de cicatrices pour une longueur donnée du ramule.

Anatomie. — Les caractères anatomiques ont été étudiés vers le milieu de la feuille.

Forme de la section. — La section de la feuille de *Pseudotsuga* présente une forme elliptique ou triangulaire-elliptique suivant que l'on a affaire à une feuille plate ou à une feuille épaisse. Dans le premier cas, on peut citer comme exemples : *Ps. macrocarpa, Ps. macrolepis, Ps. Forrestii, Ps. Gausseni*. Le second cas est réalisé dans les autres espèces américaines.

Le bord supérieur de la section est convexe et présente un sillon médian faible (*Ps. glauca*) ou profond (*Ps. sinensis*).

La nervure fait plus ou moins saillie sur la face inférieure. Elle est toujours plus apparente dans les feuilles épaisses.

Les bords latéraux de la section sont toujours arrondis dans les espèces américaines. Même chez *Ps. macrocarpa,* ils ne forment pas un angle nettement aigu. Cette tendance s'observe chez les formes asiatiques *Ps. Gausseni, Ps. Wilsoniana, Ps. Forrestii.* Pour cette dernière espèce, j'ai pu étudier des feuilles prises sur des arbres jeunes de l'Arboretum des Barres. La section est très plate et les bords latéraux longuement aigus.

Chaque espèce est caractérisée par une valeur moyenne du rapport de la largeur de la feuille à l'épaisseur. Pour la plupart des espèces américaines ce rapport est compris entre 1,6 et 2,4. Chez *Ps. macrolepis,* il peut atteindre 3,6, chez *Ps. macrocarpa* il est voisin de 4. Cette même valeur s'observe chez *Ps. Forrestii* et *Ps. Gausseni.*

Epiderme. — Les cellules épidermiques vues en section tangentielle, ont des membranes droites, dépourvues de ponctuations et, par suite, de sinuosités (fig. I,2).

En coupe transversale, les membranes externes des cellules de la face inférieure, forment des sortes de papilles. Ces papilles

s'observent aussi sur le bord supérieur de la section, dans certaines espèces : *Ps. caesia, Ps. Douglasii,* etc. (fig. 2).

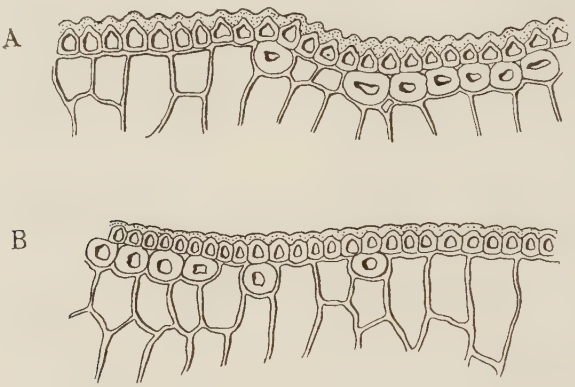


Fig. 2. — Epiderme de la face supérieure. — A : *Ps. cæsia;* B : *Ps. japonica* (× 200).

Sous-épiderme. — Le sous-épiderme ou hypoderme de certains auteurs est plus ou moins développé comme chez les *Abies, Tsuga* et *Keteleeria.* On observe tous les intermédiaires entre le sous-épiderme continu sur la face supérieure (*Ps. Guinieri, Ps. vancouverensis* par exemple) et le sous-épiderme très réduit (*Ps. caesia, Ps. Forrestii* (fig. 2). Sur la face supérieure, les discontinuités ne sont jamais dues à la présence des stomates comme cela peut être observé dans les autres genres d'Abiétées. Le sous-épiderme est quelquefois doublé par places, mais rarement (fig. 3).

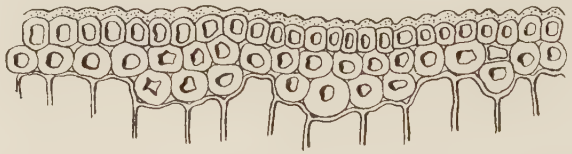


Fig. 3. — Sous-épiderme. — *Ps. Flahaulti* (× 200).

Tissu palissadique. — La présence d'un tissu palissadique sur la face supérieure de la feuille, est un caractère générique. Ce tissu est cependant plus ou moins individualisé. Il est formé de 1 à 4 assises de cellules qui, dans les feuilles épaisses, c'est-à-dire

dans la plupart des espèces américaines, diffèrent peu, du reste du parenchyme. Les membranes de ces cellules présentent de grandes ponctuations circulaires, analogues à celles qui ont été observées chez les *Keteleeria* (fig. 4, 5d).

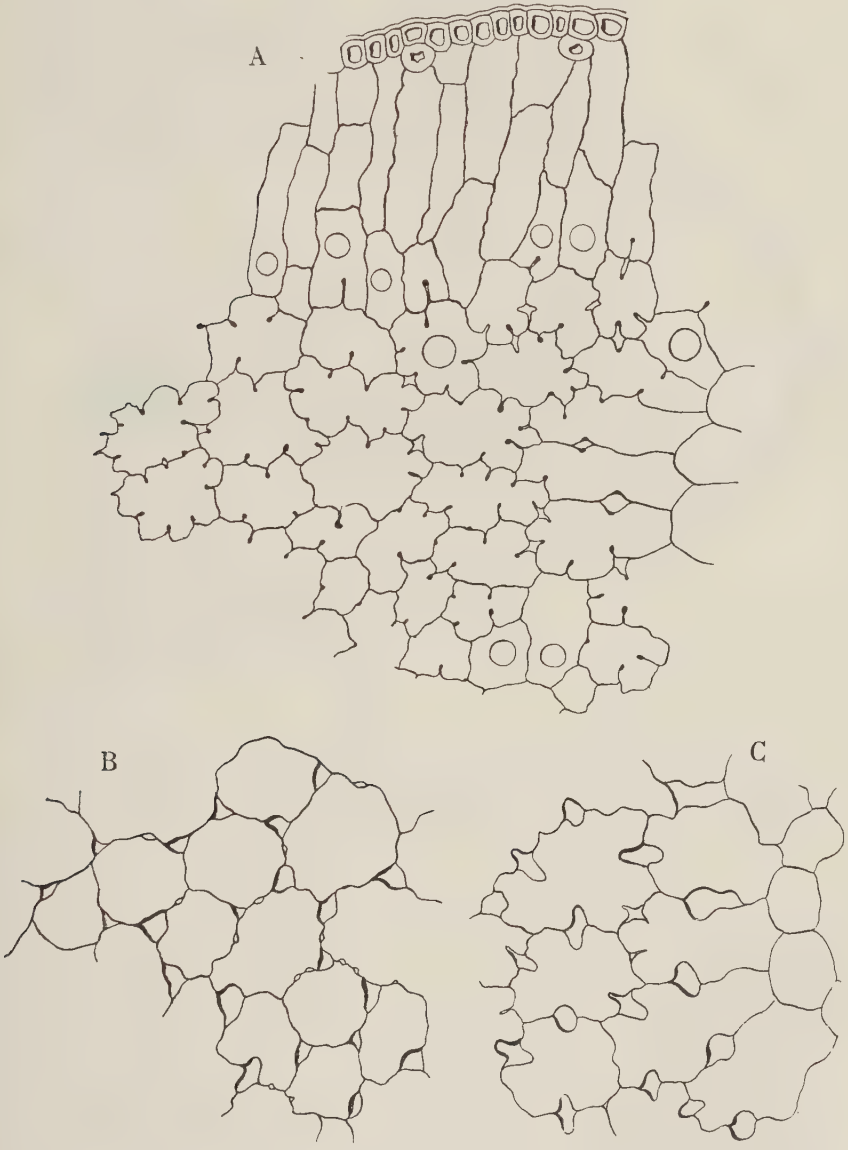


Fig. 4. — Parenchyme à replis internes : A : *Ps. sinensis;* B : *Ps. glauca;* C : *Ps. macrocarpa* (× 200).

Tissu lacuneux. — La face inférieure de la feuille présente un tissu lacuneux dont les membranes sont plus ou moins sinueuses suivant les espèces (fig. 4, 5). Elles peuvent même présenter des

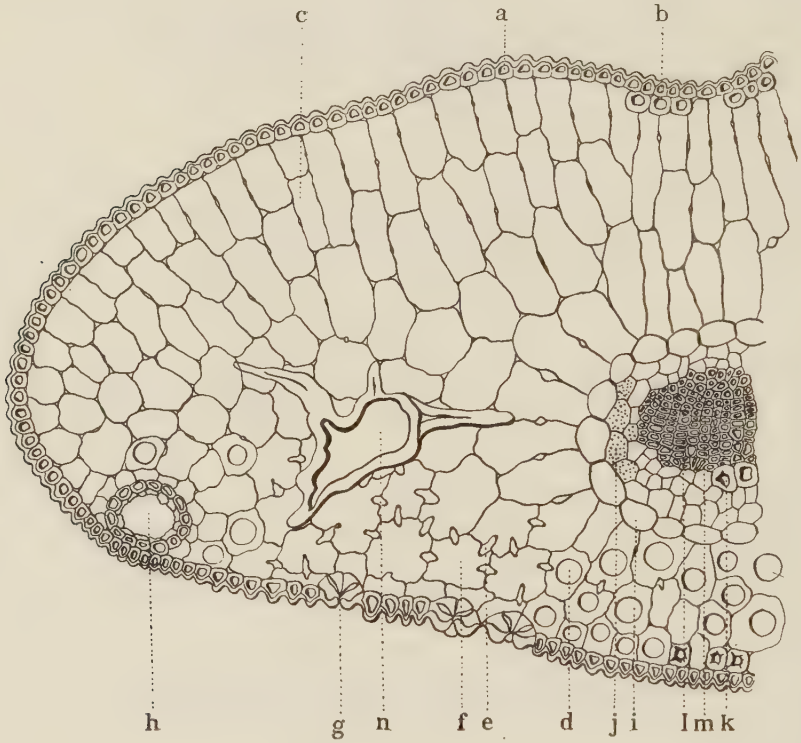


Fig. 5. — Section transversale dans la feuille de *Ps. cæsia* (× 150) : *a*, épiderme; *b*, sous-épiderme; *c*, tissu palissadique; *d*, ponctuations vues en section transversale; *e*, replis de la membrane; *f*, tissu lacuneux; *g*, stomate; *h*, canal sécréteur; *i*, endoderme; *j*, tissu aréolé; *k*, fibre; *l*, liber; *m*, bois; *n*, idioblaste.

replis internes,ayant quelque analogie avec ceux du parenchyme de certaines feuilles de Pins.

Ces replis sont surtout fréquents et profonds dans les formes asiatiques; *Ps. sinensis* par exemple (fig. 4A).

Canaux sécréteurs. — La feuille de *Pseudotsuga* possède deux canaux résinifères marginaux, c'est-à-dire accolés à l'épiderme (fig. 5).

Une exception a été observée dans quelques feuilles de *Ps. ja-*

ponica, dont un des canaux était submarginal, séparé de l'épiderme par une assise de cellules. Une autre anomalie, observée dans une feuille de cette même espèce, est la présence d'un petit canal supplémentaire, placé entre le canal normal et le bord latéral de la feuille (fig. 6).

La position des canaux par rapport à la nervure médiane est analogue à celle des *Abies* ou des *Keteleeria.* La distance par rapport aux bords latéraux de la feuille varie peu. Seules les espèces asiatiques peuvent se distinguer par ce caractère.

Le diamètre des canaux varie beaucoup. *Ps. californica* et *Ps.*

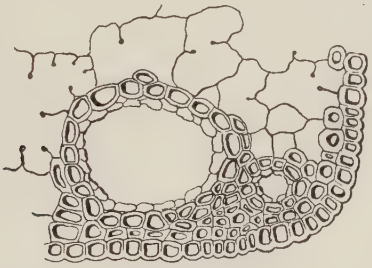


Fig. 6. — Canaux résinifères de *Ps. japonica* (× 165).

vancouverensis présentent, en Amérique, les plus petits canaux. Le diamètre est voisin de 0,3 mm. Un diamètre plus élevé s'observe au contraire dans *Ps. caesia,* et surtout *Ps. japonica* et *Ps. Salvadori.* Dans cette dernière espèce, il atteint 0,13 mm. Les autres espèces asiatiques sont du type à petits canaux.

Les canaux résinifères sont continus tout le long de la feuille à l'inverse de ce qui se passe chez les *Picea.* Ils sont presque toujours présents. Une seule espèce, *Ps. californica* s'est montrée souvent dépourvue de canaux résinifères foliaires.

Le canal est limité par une assise de cellules à membranes sclérifiées.

Idioblastes. — Il existe dans les feuilles de *Pseudotsuga* des sclérites de forme très particulière, qui ont été désignés sous le nom de « idioblastes ». Ces formations sont très générales dans le genre (fig. 7). Les feuilles en sont rarement dépourvues (*Ps. vancouverensis*). Elles ne manquent jamais complètement dans chaque espèce. Le nombre des idioblastes est variable, généralement compris entre 1 et 3. Dans quelques espèces, il est plus

élevé. On en compte jusqu'à 8 dans une section foliaire de *Ps. Salvadori* ou de *Ps. globulosa.*

Ces sclérites sont très particuliers par leur forme. En section transversale, ils se présentent sous une forme grossièrement étoilée. Cette section transversale est de diamètre faible dans les espèces américaines. Elle est plus grande chez les Asiatiques et de forme assez différente. Les plus gros idioblastes sont ceux de *Ps. Gausseni.* La branche principale est longue mais peu ramifiée. Les idioblastes de *Ps. sinensis* sont, au contraire, bien caractérisés par leurs nombreuses ramifications.

Ce nom d'idioblastes a été créé par Sachs. Ces éléments ont été découverts dans les *Pseudotsuga* par Mc Nab en 1876. Ils existent dans d'autres Conifères. Leur rôle est mal connu. Pour certains auteurs ce seraient des réservoirs d'eau. Pour d'autres auteurs (De Bary, 1884; Haberland, 1914; Bower, 1919) les idioblastes auraient un rôle de soutien. Enfin, une autre hypothèse qui a été indiquée, est le rôle protecteur contre certains insectes. Ces idioblastes ont donc particulièrement retenu l'attention.

Cylindre central. — Le cylindre central de la feuille est limité par un endoderme très net à membranes radiales épaissies. Le nombre et la dimension des cellules varient suivant les espèces. Mais cette variation n'a qu'un intérêt réduit. Les cellules sont à peu près régulières sur les diverses faces de la section.

A l'intérieur de l'endoderme se trouvent les éléments conducteurs : bois et liber. On peut dire qu'il y a chez les *Pseudotsuga,* un seul faisceau libéro-ligneux. Cependant le liber est souvent divisé en deux plages séparées par 1 à 3 files de cellules sclérifiées (*Ps. Merrilli, Ps. macrolepis*). Mais cette séparation n'a rien d'identique à celle observée dans les feuilles d'*Abies.* Il n'y a jamais deux faisceaux distincts, et encore moins séparés; le bois forme toujours un seul faisceau (fig. 5).

Le liber est constitué par des éléments à membranes épaisses. Dans certaines espèces, les vaisseaux secondaires à membranes épaisses alternent avec quelques rayons à membranes fines (*Ps. Forrestii* par exemple). Ces rayons sont riches en cristaux d'oxalate.

Entre le faisceau conducteur et l'endoderme, on observe trois sortes d'éléments (fig. 5).

Des cellules à ponctuations aréolées (j) sont situées latéralement et peu nombreuses.

FIG. 7. — Idioblastes (× 200). — A : *Ps. Douglasii;* B : *Ps. Guinieri;* C : *Ps. Wilsoniana;* D : *Ps. japonica;* E : *Ps. sinensis;* F : *Ps. Gausseni.*

Dans la plupart des espèces, on observe de grosses fibres sclérifiées, à membranes quelquefois très épaisses (*Ps. japonica*). Ces fibres sont disposées au-dessous du liber, isolées (*Ps. Guinieri*) ou groupées (*Ps. Salvadori, Ps. caesia,* par ex.) (fig. 5*k*). Un ou deux (exceptionnellement plus), éléments analogues s'observent au-dessus du bois (*Ps. Flahaulti, Ps. caesia, Ps. Forrestii*). Les fibres manquent souvent dans *Ps. macrolepis.*

Enfin le reste du cylindre central est constitué par des cellules parenchymateuses banales (fig. 5).

RAMULE JEUNE

Il s'agit du ramule de 1 à 3 ans.

Morphologie. — *Couleur.* — La couleur du ramule varie peu suivant les espèces. Elle est marron plus ou moins foncé, rougeâtre (Ex.: *Ps. Douglasii, Ps. Wilsoniana*) ou jaunâtre (Ex.: *Ps. japonica*).

Pubescence. — Les ramules jeunes sont le plus souvent pubescents. Les poils manquent seulement dans trois espèces : *Ps. Merrilli, Ps. japonica* et *Ps. Salvadori* Dans les autres espèces, ils sont plus ou moins serrés. Les indications sont données dans la monographie.

Cicatrices. — Sur le ramule, les cicatrices foliaires ont un contour losangique plus ou moins arrondi. On n'observe pas de coussinets foliaires, Mais le ramule n'est pas lisse, car chaque cicatrice est accompagnée d'une longue cannelure. Il est d'ailleurs difficile de connaître avec précision la saillie des cannelures. Les échantillons d'herbier étudiés sont généralement modifiés par la dessication. Pour cette raison, aucune importance n'a pu être attribuée au caractère en question dans la distinction des espèces.

Anatomie. — L'étude anatomique du ramule se révèle très intéressante dans le genre *Pseudotsuga.*

La section présente un contour pentagonal ou circulaire suivant les espèces. Suivant le niveau, les cannelures et les sillons sont plus ou moins marqués.

Epiderme. — La section du ramule jeune est limitée par un épiderme formé de petites cellules, régulières, plus ou moins bombées en forme de papilles. Leurs membranes externes sont forte-

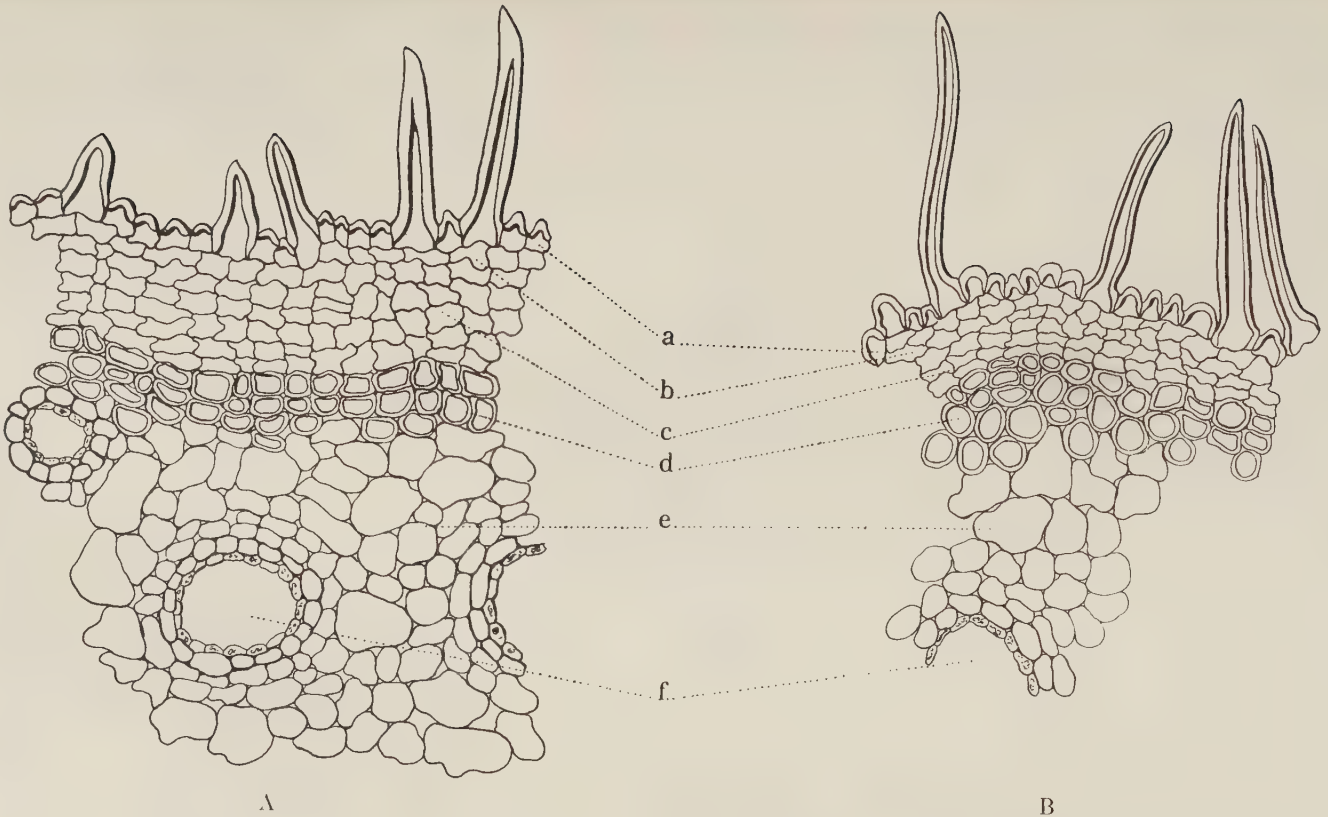


FIG. 8. — Section du ramule. — A : *Ps. Douglasii;* B : *Ps. Flahaulti.* — *a,* épiderme; *b,* écorce externe; *c,* liège; *d,* écorce interne collenchymateuse; *e,* écorce interne lacuneuse; *f,* canal sécréteur.

ment cutinisées. Les membranes internes sont minces, les latérales varient suivant les espèces. Fines chez *Ps. Douglasii* par exemple, elles sont souvent épaissies chez *Ps. Flahaulti* (fig. 8B). Certaines cellules épidermiques sont allongées en forme de poils. Ceux-ci peuvent être soit courts et trapus, soit longs et fins. Les deux types se rencontrent dans la même espèce.

Ecorce externe. — Sous l'épiderme existe une zone peu épaisse, ne présentant pas l'aspect d'un sous-épiderme, car les fibres sclérifiées manquent. Je l'ai désignée sous le nom d'écorce externe. Elle est souvent formée d'une assise de cellules dont les membranes sont en grande partie subérifiées (fig. 8*b*). On compte quelquefois deux ou trois assises (ex.: *Ps. glauca*).

Liège. — Un cordon de liège limite l'écorce proprement dite,

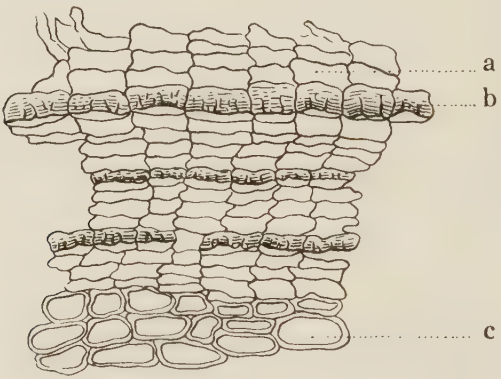


Fig. 9. — Cellules pierreuses dans le ramule de *Ps. glauca* (× 165). *a*, liège; *b*, cellules pierreuses; *c*, écorce collenchymateuse.

ou écorce interne. Ce liège est peu épais, formé de 3 à 6 assises de cellules dans le ramule de l'année.

Les formations pierreuses, analogues à celles décrites dans les autres genres d'Abiétées, y sont nombreuses. Elles sont disposées en cordons, plus ou moins discontinus, séparés par des assises de cellules normales. Ces cellules pierreuses présentent une membrane externe fortement épaissie (fig. 9*b*).

Ecorce interne. — L'écorce proprement dite est épaisse. Elle présente deux zones : l'une périphique formée de petites cellules collenchymateuses, arrondies et régulières, en section transver-

sale. Vers l'intérieur est une zone lacuneuse formée de grandes cellules irrégulières, à membranes fines (fig. 8, 11).

C'est à peu près à la limite entre les deux zones que se trouvent les canaux sécréteurs. Leur nombre varie suivant les ramules dans chaque espèce. Il varie aussi suivant les espèces. Chez *Ps. Rehderi,* par exemple, ils sont très nombreux, on en compte une vingtaine. Chez *Ps. japonica,* leur nombre est peu élevé.

La dimension des canaux varie dans quelques espèces. *Ps. caesia* possède de grands canaux à côté d'autres plus petits. Chez *Ps. glauca,* au contraire, les canaux ont à peu près tous une grande section.

Les canaux résinifères corticaux sont limités par une ou deux assises de cellules plus petites que les cellules environnantes. Leur membrane est cellulosique. Il n'y a pas de gaine protectrice bien marquée (fig. 8).

L'écorce interne renferme une ou deux traces foliaires indiquées chacune par un faisceau libéro-ligneux. Dans ce faisceau, le bois est nettement divisé en deux parties latérales séparées par un rayon parenchymateux.

Enfin, dans quelques espèces, l'écorce présente des idioblastes. (*Ps. Flahaulti, Ps. caesia, Ps. globulosa*) à section transversale souvent circulaire (*Ps. californica*).

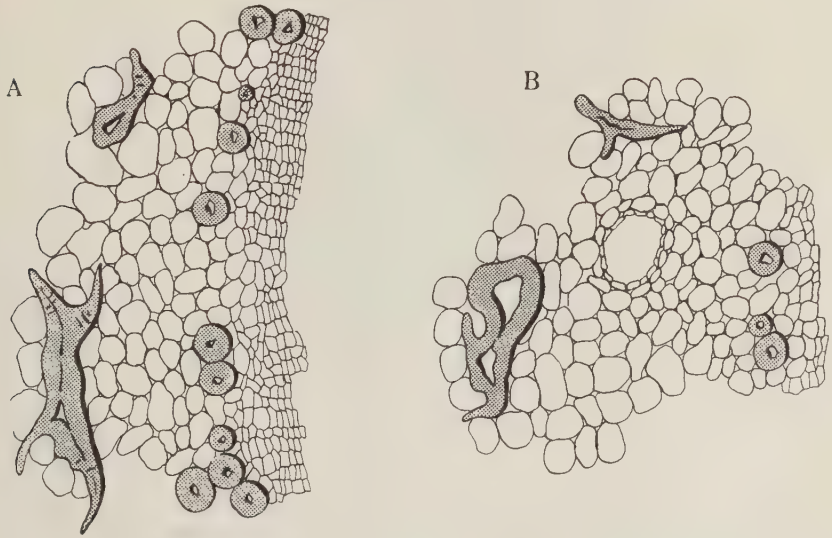


Fig. 10. — Idioblastes dans l'écorce. — A : *Ps. globulosa;* B : *Ps. Douglasii* (× 80).

Liber. — Le liber forme une couronne dont l'épaisseur est toujours inférieure à celle du bois, même dans le ramule de un an.

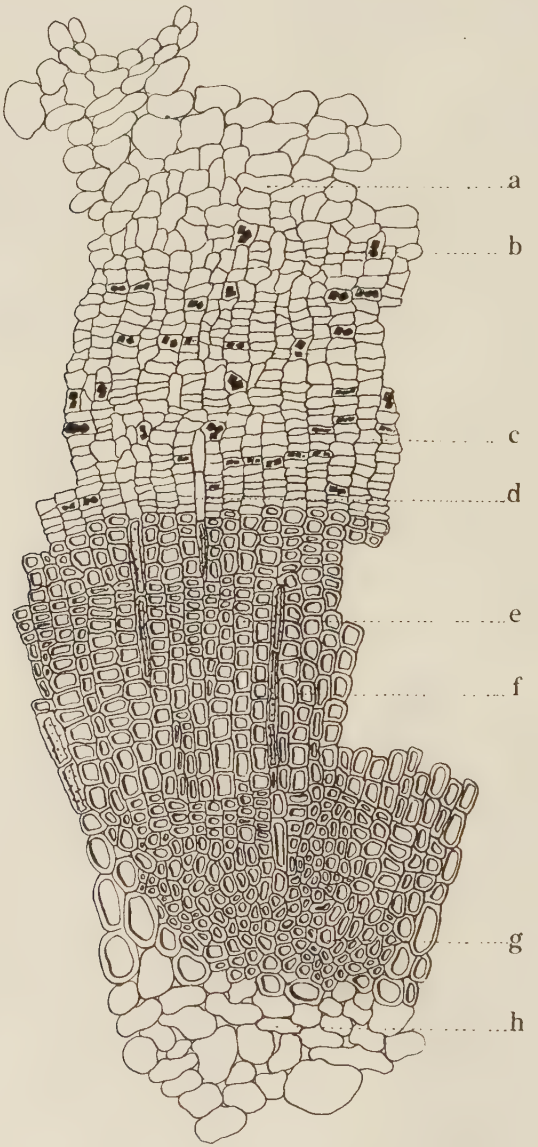


Fig. 11. — Section du ramule de *Ps. Douglasii* (× 200). — *a*, écorce lacuneuse; *b*, liber primaire; *c*, liber secondaire; *d*, rayon médullaire; *e*, bois secondaire; *f*, rayon médullaire; *g*, bois primaire; *h*, moelle.

Ce tissu est formé d'éléments secondaires, tous à membranes fines. On observe de très nombreux cristaux (fig. 11). Le liber secondaire est divisé par quelques rayons médullaires, courts.

Bois. — Dans le bois, la distinction entre les éléments de printemps et d'automne est très nette. Les rayons médullaires sont formés par une file de cellules allongées radialement et présentant de nombreuses ponctuations arrondies.

Le genre *Pseudotsuga* est un des genres dans lesquels les ca-

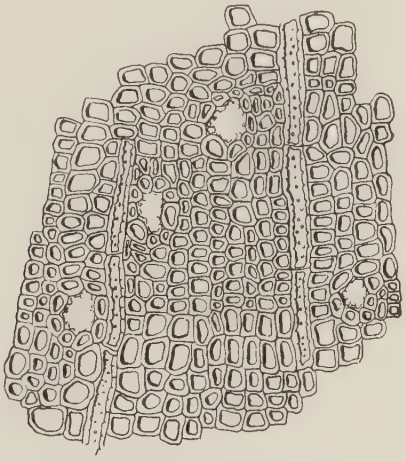


Fig. 12. — Canaux résinifères du bois dans *Ps. glauca* (× 200).

naux résinifères du bois sont des formations normales. Ces canaux existent dans toutes les espèces et je les ai observés dans tous les ramules étudiés. Mais leur nombre varie. Chez *Ps. Douglasii,* on ne voit pas de canaux résinifères dans le bois des ramules de 1 à 3 ou 4 ans. Au contraire, dans d'autres espèces, les canaux apparaissent nombreux dès la première année (Ex. : *Ps. glauca*). Le plus souvent, c'est seulement dans les ramules de 2 ans qu'on peut commencer à les observer. Ils sont alors répartis dans toute l'épaisseur du bois de première année, et localisés dans le bois d'automne des années suivantes (Ex.: *Ps. californica, Ps. Merrilli*).

Moelle. — Le centre du ramule est occupé par une moelle à contour étoilé. Le nombre des branches de l'étoile est variable

dans chaque espèce. La moelle est parenchymateuse ou légèrement sclérifiée au centre. Au contraire, elle est fortement sclérifiée à la périphérie (fig. 11).

Dans quelques espèces, la moelle renferme des sclérites (Ex. : *Ps. californica*).

RAMULE AGÉ

Il est intéressant de comparer le ramule jeune (1 à 3 ans) au ramule plus âgé. L'étude a été faite sur des ramules de 4 à 10 ans, suivant les espèces. Cette comparaison est particulièrement intéressante pour *Ps. Douglasii*. Les canaux résinifères du bois apparaissent dans le ramule âgé. Mais ils sont toujours en nombre très réduit, contrairement à ce qu'on observe dans les autres espèces (*Ps. Merrilli, Ps. californica,* etc.).

D'autre part, les sclérites augmentent aussi dans l'écorce des ramules âgés (Ex. : *Ps. Merrilli, Ps. vancouverensis, Ps. Guinieri,* etc.).

Enfin le ramule âgé est glabre par suite de la desquamation du rhytidome.

BOURGEON

Le ramule est le plus souvent terminé par trois bourgeons ainsi que le montrent les figures des diverses planches.

Forme. — Les bourgeons de *Pseudotsuga* sont assez gros. Ils mesurent environ 6 à 8 mm. de long.

Leur forme varie entre le type ovoïde très pointu (*Ps. macrocarpa*), et le type ovoïde conique (*Ps. glauca*).

Ecailles. — Les écailles sont arrondies (*Ps. Wilsoniana, Ps. macrocarpa*), ogivales (*Ps. cæsia*) ou aiguës au sommet (*Ps. macrolepis*).

Le bord est plus ou moins lacinié.

La face externe de l'écaille est de couleur châtaigne, très brillante. Il n'y a pas d'enduit cireux comme cela s'observe chez les *Abies*.

CONE

Dans le genre *Pseudotsuga,* les cônes sont pendants à l'extrémité d'un pédoncule plus long chez les espèces asiatiques (*Ps. japonica, Ps. Wilsoniana, Ps. Gausseni,* etc.) que chez les américaines. Ce pédoncule porte des feuilles lorsqu'il est long

(Ex. : *Ps. Salvadori*), des écailles lorsqu'il est court (Ex. : *Ps. Flahaulti*). Il est généralement pourvu d'un enduit cireux abondant.

Forme. — Le cône est de forme variable suivant les espèces. Le plus souvent il est ovoïde pointu (Ex. : *Ps. Douglasii*). Il peut être nettement ovoïde (*Ps. Forrestii*), ovoïde cylindrique (Ex. : *Ps. glauca*), ovoïde globuleux dans les espèces asiatiques et particulièrement chez *Ps. Gausseni* ou *Ps. japonica.*

Couleur. — La couleur du cône varie peu. Elle est toujours marron sur le cône mûr. Les espèces asiatiques ont quelquefois des cônes plus sombres (*Ps. Gausseni*).

Dimensions. — La longueur du cône est très variable. La plus petite valeur s'observe chez *Ps. Guinieri* (3,5 cm.), la plus grande chez *Ps. macrocarpa* (18 cm.). Les autres espèces se placent entre ces deux limites. Les formes asiatiques ayant surtout de petits cônes, les formes américaines ayant plutôt des cônes moyens (5 à 6 cm.).

Ecailles. — Suivant les espèces le cône est formé de 20 à 50 écailles, persistantes et très difficiles à détacher de l'axe du cône auquel elles sont solidement fixées.

La forme des écailles présente plusieurs types distincts. Elle est tantôt losangique (*Ps. Flahaulti, Ps. Forrestii*), tantôt cunéiforme (*Ps. japonica, Ps. Gausseni*), souvent réniforme (*Ps. macrocarpa, Ps. Wilsoniana,* etc.). Les autres types sont intermédiaires entre les précédents.

Les écailles sont, en outre, assez épaisses et tranchantes. Le bord externe est entier.

La structure de l'écaille varie peu avec les espèces. On retrouve toujours les mêmes éléments essentiels. Chez *Ps. glauca* par exemple, la face supérieure est limitée par un épiderme formé de petites cellules à membranes épaisses.

On observe de nombreux poils plus ou moins longs, et plus ou moins appliqués contre l'épiderme suivant que l'on considère la région médiane ou les bords latéraux de l'écaille (fig. 13 et 14).

L'épiderme est doublé par une ou deux assises de cellules à membranes collenchymateuses (*b*).

On observe ensuite une zone fortement sclérifiée, formée de grosses cellules à membranes épaisses, incomplètement ponctuées (*c*).

Sur la face inférieure, l'épiderme est doublé par une rangée de petites cellules sclérifiées. Viennent ensuite les grosses fibres, iden-

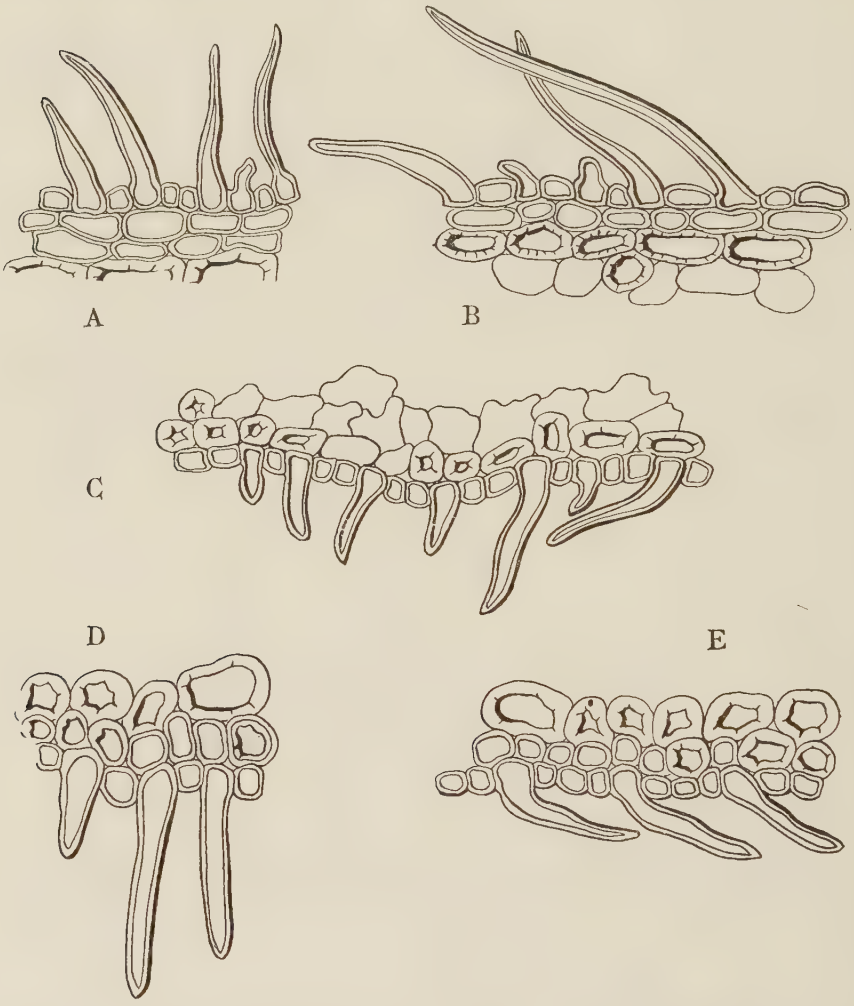


Fig. 13. — Epiderme de l'écaille du cône (× 200). — Epiderme interne, A : *Ps. Douglasii;* B : *Ps. glauca.* — Epiderme externe, C : *Ps. Douglasii;* D, E : *Ps. glauca.*

tiques à celles de la face interne. Mais, ici, elles sont peu nombreuses et éparses ou en petits groupes (fig. 14).

La région moyenne de l'écaille est constituée par un paren-

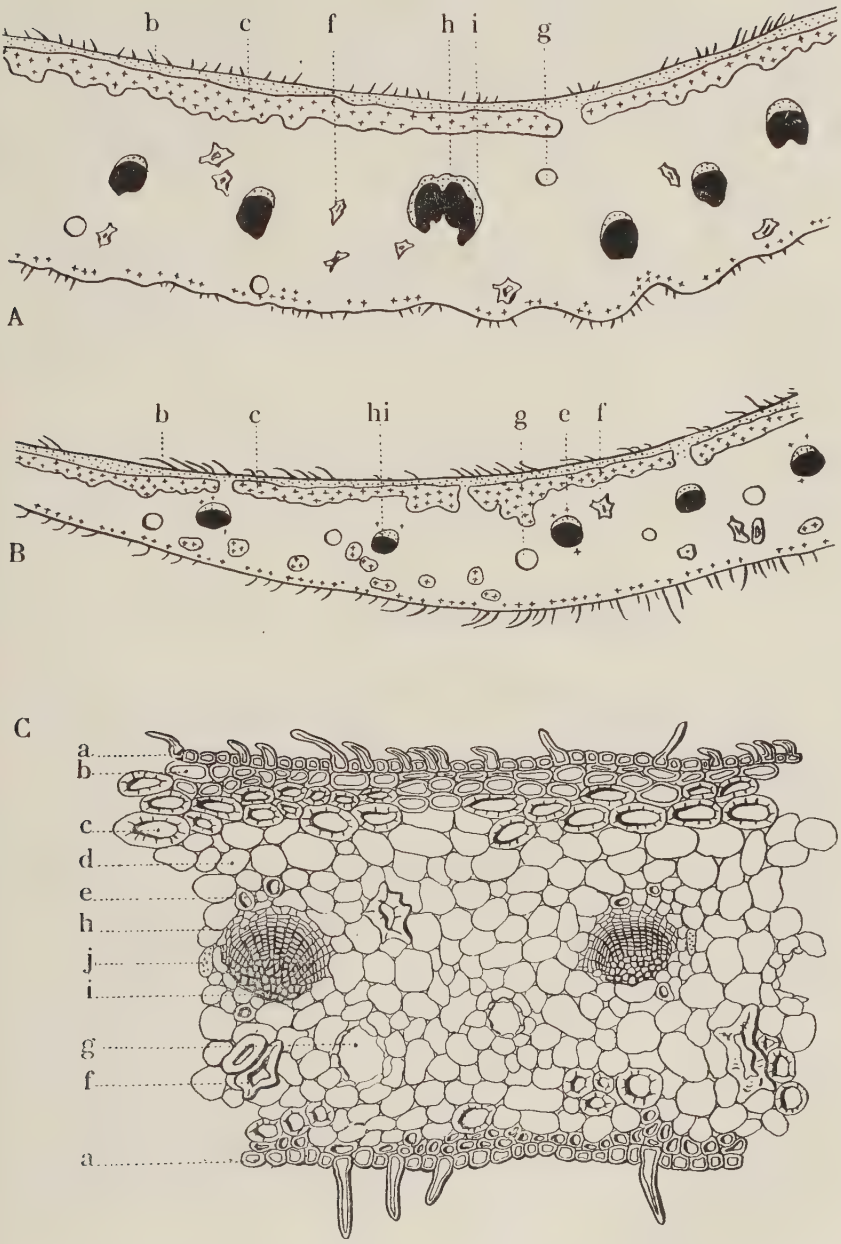


FIG. 14. — Section de l'écaille du cône. — A : *Ps. Douglasii;* B : *Ps. glauca* (× 20); C : *Ps. glauca* (× 60). — *a,* épiderme; *b,* sous-épiderme; *c,* sclérenchyme; *d,* parenchyme; *e,* fibres; *f,* idioblastes; *g,* canal sécréteur; *h,* liber; *i,* bois; *j,* cellule aréolée.

chyme à nombreux méats. Ce parenchyme renferme les faisceaux conducteurs, les canaux résinifères et de nombreux idioblastes analogues à ceux décrits dans la feuille.

Les faisceaux conducteurs sont disposés sur une seule rangée. Ils ont à peu près tous la même taille. Le liber est disposé vers la face interne de l'écaille. Les éléments secondaires sont très développés.

Au-dessus et au-dessous de chaque faisceau, il existe généralement 1 ou 2 petites cellules sclérifiées. Le tissu aréolé est très réduit. On observe une ou deux cellules au voisinage du faisceau (fig. 14, *j*).

Les canaux résinifères sont peu nombreux et à peine individualisés.

Une structure très analogue s'observe dans l'écaille de *Ps. Douglasii*. Mais les grosses fibres sclérifiées manquent sur la face externe et dans le parenchyme médian (fig. 14A). Seuls existent les gros idioblastes.

Bractées. — Dans toutes les espèces, les bractées sont longues, très saillantes, souvent plus longues que les écailles (*Ps. cæsia* par exemple).

La forme de la bractée est d'un type assez constant. On distingue une longue base linéaire qui passe plus ou moins insensiblement à un limbe légèrement plus large.

La bractée se termine toujours par trois lobes, le médian longuement aigu (Ex. : *Ps. Rehderi, Ps cæsia, Ps. Forrestii,* etc.), les latéraux plus courts, aigus dans les espèces américaines, arrondis dans quelques asiatiques (Ex. : *Ps. japonica*).

Les bords du limbe sont plus ou moins denticulés (*Ps. Forrestii*) ou ondulés (*Ps. Guinieri*).

Les écailles supérieures du cône, voisines du pédoncule, portent des bractées plus ou moins réduites à leur pointe médiane, et ayant ainsi l'allure de feuilles. Mais leur couleur est marron comme celle des bractées normales.

Il existe dans le genre *Pseudotsuga* deux types de bractées nettement séparés : le type droit dans lequel la pointe terminale est dirigée vers le bord de l'écaille, le type réfléchi, dans lequel le limbe de la bractée est dirigé vers la base de l'écaille et du cône (*Ps. glauca, Ps. Forrestii,* par exemple).

Dans *Ps. macrolepis,* on observe une disposition intermédiaire. Les bractées voisines du pédoncule sont redressées, réfléchies vers

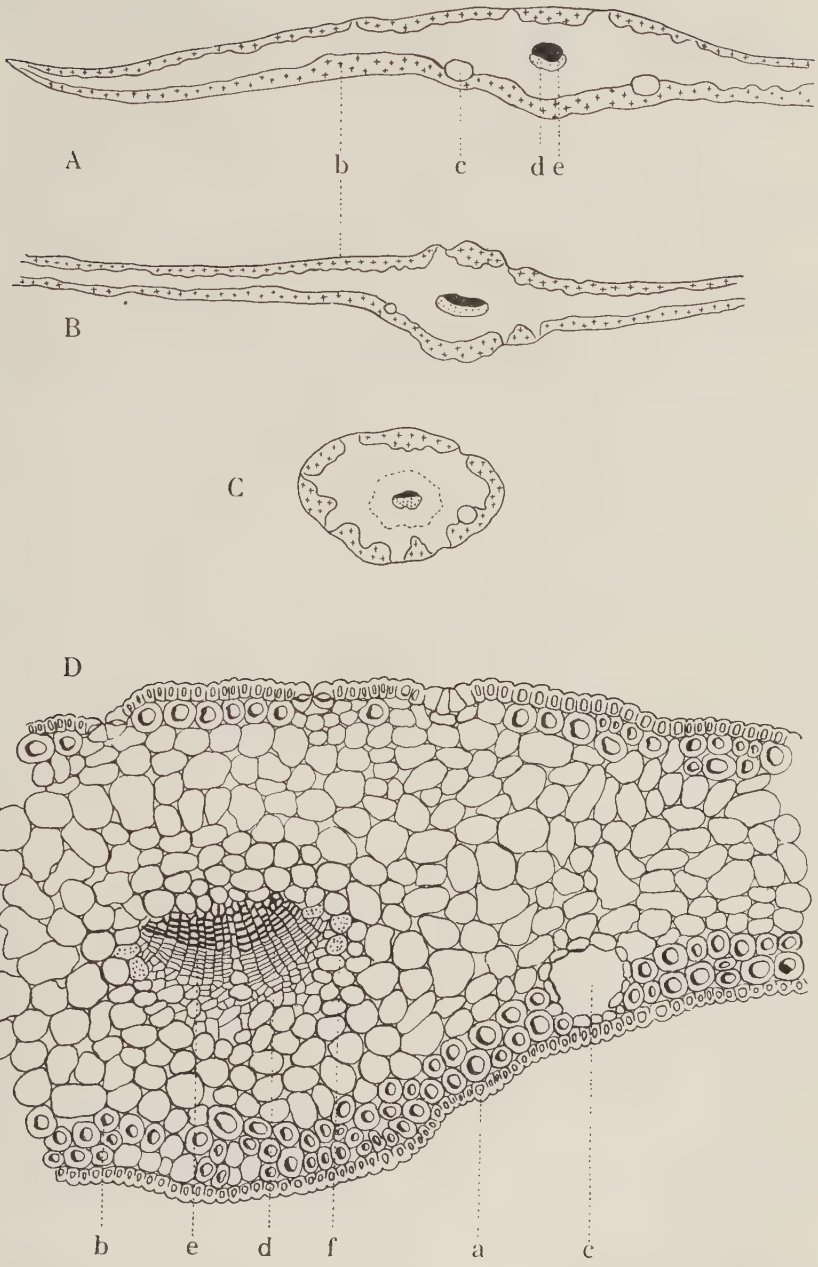


Fig. 15. — Section transversale de la bractée du cône. — A : *Ps. Douglasii;* B, C : *Ps. macrolepis* (× 30). — D : *Ps. glauca* (× 120). — *a,* épiderme; *b,* sous-épiderme; *c,* canal sécréteur; *d,* liber; *e,* bois; *f,* tissu aréolé.

lui, les autres bractées sont appliquées contre les écailles ou présentent quelquefois la pointe médiane seule, réfléchie.

Le type droit est accentué dans *Ps. Douglasii,* la pointe terminale se recourbe vers l'axe du cône.

Une coupe transversale dans la bractée montre une région médiane épaisse qui renferme la nervure et deux bords latéraux très plats (fig. 15).

L'épiderme de la face supérieure porte quelques rares stomates au voisinage de la nervure. Il est doublé par une ou deux assises de fibres sclérifiées.

Les stomates manquent sur la face inférieure et le sous-épiderme est plus épais que sur l'autre face. Il existe deux canaux sécréteurs plus ou moins longs, c'est-à-dire s'arrêtant plus ou moins haut. Un des canaux ou tous deux peuvent atteindre la pointe terminale médiane (fig. 15 *c*).

Entre les deux zones sclérifiées se trouve un parenchyme lâche, dont les cellules s'arrondissent au voisinage du faisceau conducteur. Il n'y a pas d'endoderme différencié. Cette région voisine des éléments conducteurs est particulièrement distincte du reste du parenchyme dans la partie terminale de la bractée. Le parenchyme renferme des idioblastes, comme dans la feuille.

Le faisceau libéro-ligneux est divisé en deux parties par un rayon de grandes cellules. Des deux côtés du faisceau, on observe quelques cellules aréolées (D, *f*).

La structure anatomique de la bractée varie nettement lorsqu'on passe de la base à l'extrémité. En particulier, les canaux résinifères manquent à la base. Au sommet, le tissu aréolé est bien développé et il existe souvent une sorte d'endoderme formé par une couronne de grosses cellules.

Les pointes latérales de la bractée ont une structure très simple. Elles sont formées par un parenchyme bordé sur les deux faces par une ou deux assises de sclérenchyme sous-épidermique.

La pointe médiane a une structure plus complexe. Les stomates sont nombreux, sur la face supérieure. Le bord inférieur de la section présente aussi un ou deux stomates.

GRAINE

La graine est d'un type assez uniforme. Triangulaire, pointue et quelquefois légèrement en crochet à la base (*Ps. Gausseni,*

Ps. Douglasii). Les deux faces sont convexes mais inégalement. La face externe, plus convexe, est brun rouge, brillante. La face interne mate et marron clair ne présente pas de lacunes ni de glandes résinifères.

Le tégument de la graine est ferme mais mince.

L'aile varie beaucoup suivant les espèces. Cependant elle est toujours grande. Elle recouvre la face externe de la graine et une partie de l'autre face du côté du bord interne (cf. *Ps. Gausseni*).

Dans les espèces américaines, l'aile est plus longue que la graine (Ex. : *Ps. Douglasii*). Le bord interne est droit (*Ps. macrolepis*) ou courbe (*Ps. macrocarpa*). L'aile est tantôt étroite et rétrécie vers le sommet (*Ps. Douglasii*) tantôt large (*Ps. glauca*).

Dans les espèces asiatiques, l'aile est souvent plus petite. *Ps. Forrestii* et *Ps. sinensis* mis à part, dans les autres espèces l'aile est aussi longue que la graine.

Cette aile est cassante, presque translucide. Elle se brise au ras de la graine.

D'après Hickel, les graines de *Ps. Douglasii* germent lentement, surtout par rapport à *Ps. glauca*. Pour ce dernier l'énergie germinative a pu atteindre 94 % en 30 jours.

PLANTULE

Des renseignements ont été donnés par Hickel pour *Ps. Douglasii :*

Il y a 6, plus souvent 7, parfois 8, rarement 5 cotylédons. Ils sont progressivement atténués vers la base et aigus au sommet. Le bord est entier. Leur couleur est vert gai brillant en dessous, cendré bleuté en dessus où il y a deux bandelettes de stomates. Ils tombent la seconde année.

Les feuilles primaires, toujours d'après Hickel, sont cendrées puis vert assez foncé, plates et terminées en un mucron effilé.

La face inférieure présente deux bandelettes blanches. La face supérieure est légèrement sillonnée.

Il n'y a donc pas de forme de jeunesse accentuée.

Les plantules atteignent souvent 12 ou 15 cm. la première année, avec plusieurs bourgeons latéraux ou même plusieurs petites ramifications. Très fréquemment, le bourgeon terminal se développe l'année même en une seconde pousse, comme chez l'arbre adulte.

III. MONOGRAPHIE ET ICONOGRAPHIE DES ESPÈCES

Les différentes espèces admises vont être étudiées en suivant l'ordre alphabétique. A chaque espèce correspondent des dessins qui ont été faits d'après des échantillons d'herbier.

PSEUDOTSUGA CAESIA (Schwerin) Flous.

NOM ET SYNONYMES

PSEUDOTSUGA CÆSIA (FLOUS) (1936 d).

PSEUDOTSUGA DOUGLASII var. CÆSIA (SCHWERIN (1907), 257; Schelle (1909), 123; Pavari (1921), 16; Dallimore et Jackson (1923), 478; Fitz Patrick (1929), 203; Bailey (1933).

Pseudotsuga Douglasii var. crispa Schwerin (1919), 325.

Pseudotsuga glauca var. cæsia Beissner et Fitschen (1930), 93.

Pseudotsuga glauca var. crispa Beissner et Fitschen (1930), 93.

Pseudotsuga taxifolia var. cæsia Ascherson et Graebner (1912); Rehder (1927), 37.

Pseudotsuga taxifolia subsp. glaucescens cæsia Schwerin (1922), 62 (excl. *appressa, argentea, argentea-compacta, compacta, elegans, Fretsii, glauca, glauca-pendula, læta*).

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE (1)

Spontanés : ?, n° 643, août 1/1893, Plants of the state of Washington, Lake Denatchee, forests alt. 609 m. Herbier du Museum de Paris.

B.-T. Butler, n° 717, 6/30/1908, Helena, Montana. New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

(1) Les échantillons indiqués comme spontanés sont tous des échantillons d'herbier. Les étiquettes ont été recopiées telles qu'elles étaient.

Pour les dates de récolte, les indications de jour, mois et année sont séparés par des traits obliques. Les collecteurs anglais ont l'habitude d'indiquer d'abord le mois, puis le jour, puis l'année. Les autres collecteurs indiquent le jour en premier lieu. J'ai respecté l'ordre des étiquettes.

L'orthographe des noms géographiques varie beaucoup suivant la langue employée. J'ai conservé l'orthographe des étiquettes.

B.-T. Butler, n° 186, 7/21/1908, Big Tork, Montana. New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

B.-T. Butler, n° 734, Mt Ascension, Helena, Montana. New-York Bot. Garden (*sub mucronata*).

J. Jack, n° 2560, Aug. 26/1922, Alberta Canada. Lake Beauvert, Jasper Park. Arnold Arboretum.

Berlioz, 10 sept. 1924, Environs du lac Shuswap, Colombie Britannique. Herb. du Museum de Paris.

?, n° 37.786, July 11/1930, Hillside woods, St Regis National Forest, near St Regis. Missoula county, Montana. New-York. Bot. Garden (*sub. taxifolia* Poir.).

Arboretum : Les Barres.

Cette espèce paraît localisée dans la région qui englobe le sud de la Colombie Britannique et de l'Alberta, le Nord du Washington, de l'Idaho et le N. W. du Montana.

TAILLE ET PORT

Arbre pouvant atteindre 30 à 45 m. de haut (d'après Henry). D'après Pardé, les exemplaires de *Ps. cæsia* de l'Arboretum des Barres se distinguent des exemplaires du même âge de *Ps. Douglasii,* par la forme des rameaux. Ceux-ci sont pendants à l'extrémité dans *Ps. Douglasii,* ils sont droits dans *Ps. cæsia.*

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne diffère pas sensiblement de la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, la face supérieure n'est pas sillonnée jusqu'au sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 17 à 30 mm.

Largeur : 1,5 mm. environ.

Epaisseur : 0,8 mm. environ.

Couleur. — Vert jaune clair.

Stomates. — On compte 4 à 7 rangées de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex étroit plus ou moins pointu (fig. 2).

Base faiblement tordue (fig. 3).

Insertion. — Feuilles latérales pectinées rabattues vers l'avant. Feuilles supérieures très rabattues (fig. 4).

Odeur. — Ne présente rien de spécial.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique. La face supérieure est très faiblement sillonnée, la nervure médiane fait fortement saillie sur la face inférieure. Rapport de la largeur à l'épaisseur. Variant de 1,9 à 2,3.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme forment des papilles tout le tour de la section.

Sous-épiderme. — Le sous-épiderme est peu abondant. Il est souvent réduit à un petit groupe de cellules situé sur chaque face au niveau de la nervure. Dans quelques cas, on observe quelques fibres le long du bord supérieur et aux angles latéraux de la feuille (fig. 5).

Tissu palissadique. — Le tissu palissadique est formé de deux ou quatre assises de cellules larges peu distinctes du reste du parenchyme.

Canaux sécréteurs. — Leur diamètre est assez grand. Leur position est normale.

Idioblastes. — Le parenchyme foliaire renferme de rares idioblastes.

Cylindre central. — Le liber est rarement sclérifié dans le plan médian. On observe une ou deux grosses fibres entre le bois et l'endoderme. Un groupe d'éléments analogues existe au-dessous du liber (fig. 6).

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair avec coussinets foliaires marron rouge.

Pubescence. — Bien marquée sur les ramules de un et deux ans (fig. 7). Henry indique les ramules glabres.

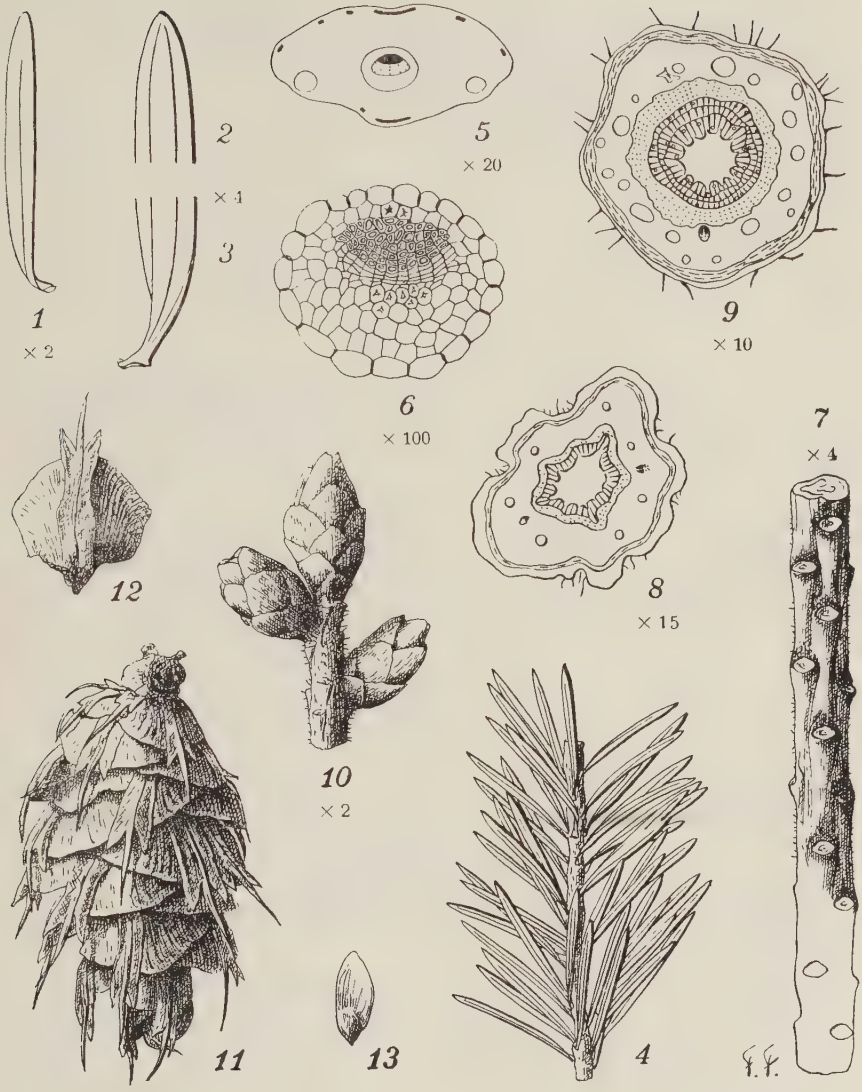
Cicatrices. — Losangiques, saillantes, accompagnées de cannelures.

Anatomie. — *Section.* — Plus ou moins pentagonale (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme portent de longs poils unicellulaires.

Ecorce externe. — Elle est le plus souvent inexistante.

Liège. — Il est formé de quatre ou cinq assises de cellules très laches.



PSEUDOTSUGA CAESIA

PSEUDOTSUGA CÆSIA. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule jeune × 15; *9* section du ramule de 3 ans × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.

Ecorce interne. — L'écorce interne présente une zone périphérique à laquelle sont accolés les canaux secréteurs. Elle est formée de trois ou quatre assises de petites cellules régulières. A l'intérieur est une zone lacuneuse.

Liber. — Le liber est peu épais. Il renferme de nombreux cristaux.

Bois. — Le bois est dépourvu de canaux résinifères dans les ramules de 1 à 3 ans.

Moelle. — Légèrement sclérifiée à la périphérie.

RAMULE AGÉ

Le ramule âgé présente de nombreux canaux résinifères dans le bois. Ceux-ci sont localisés dans le bois d'automne dès la troisième année (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovoïde (fig. 10).

Ecailles. — Grandes, de couleur fauve, à bord frangé.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde pointu (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : 5 cm. environ.

Largeur : 2,5 cm. environ.

Ecailles. — Une trentaine, petites, à contour plus ou moins hexagonal, bord externe arrondi, finement denté vers les ailes latérales (fig. 12). Sur le cône jeune les écailles sont vertes, à bord rouge vif.

Bractée. — Droite, longue, dépassant beaucoup l'écaille. Pointe terminale médiane, deux à trois fois plus longue que les pointes latérales; celles-ci sont aigues et dentées sur le bord externe (fig. 12). Sur le cône jeune les bractées sont vertes, lavées de brun sur les bords.

GRAINE

Longueur. — 4 mm. Longueur avec l'aile 13 mm. Aile large dans la moitié inférieure, rétrécie progressivement vers le sommet, qui forme un angle aigu. Bord interne courbe (fig. 13).

PSEUDOTSUGA CALIFORNICA Flous.

NOM ET SYNONYMES

PSEUDOTSUGA CALIFORNICA FLOUS (1934 f), 2 (*cum ic. et mappa*).

Pseudotsuga Douglasii (*in herb.*).

Pseudotsuga macrocarpa (*in herb.*).

Pseudotsuga taxifolia (*in herb.*).

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : C.-C. Parry, 1850, Southern California, Mountains East of San Diego, between 32° and 36° N lat, and 114° 121° W long., on the Mexican Boundary Survey. New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

?, March 1894, Southern California, San Gabriel Mts, New-York Bot. Garden (*sub. macrocarpa*) (Poir.) Lemmon.

S.-B. Parish, n° 4376, April/6/1897, Vicinity of San Bernardino, 1.000-2.500 ft., California. Herb. du New-York Bot. Garden (sub. *macrocarpa*) Lemmon.

R.-A Plaskett, n° 47, March. 1898, Santa Lucia Mountains, Monterey County, California. New-York Bot. Garden (*sub. taxifolia* = *mucronata*).

W. Johnson, March. 11/1900, Mont Lower 5.000 ft, New-York Bot. Garden (*sub. macrocarpa*) Mayr.

?, n° 2.428, April 1900, Southern California, Los Angeles, mountain, woods, rocky, dry, moist. New-York Bot. Garden (*sub. macrocarpa.*

Le Roy Abrams and E.-A. Mc Gregor, n° 81, June/4-6/1908, Southern California. Ventura County, Topatopa Mts, 6.000 ft, New-York Bot. Garden (sub. *macrocarpa* (Lem.) Mayr) (échantillon type).

Rusby, Aug. 26/1909, San Bernardino Mts, California, New-York Bot. Garden (*sub. macrocarpa*).

Les échantillons étudiés proviennent tous du sud de la Californie.

TAILLE ET PORT

Arbre pouvant atteindre 25 à 30 m. de haut.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne présente pas de différences avec la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, linéaire. La face supérieure est faiblement sillonnée jusqu'au sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 2 cm. environ.

Largeur : 1,5 mm. environ.

Epaisseur : 0,8 mm. environ.

Couleur. — Vert jaunâtre.

Stomates. — La face inférieure seule en possède. On en compte 5 à 7 lignes de part et d'autre de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex pointu (fig. 2). Base non ou faiblement tordue (fig. 3).

Insertion. — Feuilles rabattues vers l'avant du rameau (fig. 4).

Odeur. — Ne présente rien de spécial.

Anatomie. — *Section.* — De forme triangulaire à bord supérieur convexe présentant un sillon médian très faible (fig. 5). La nervure fait fortement saillie sur la face inférieure.

Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 1,6 à 2,3.

Epiderme. — Les cellules épidermiques ne forment pas de papilles le long du bord supérieur.

Sous-épiderme. — Il est continu et doublé par places, surtout au niveau du plan médian (fig. 5).

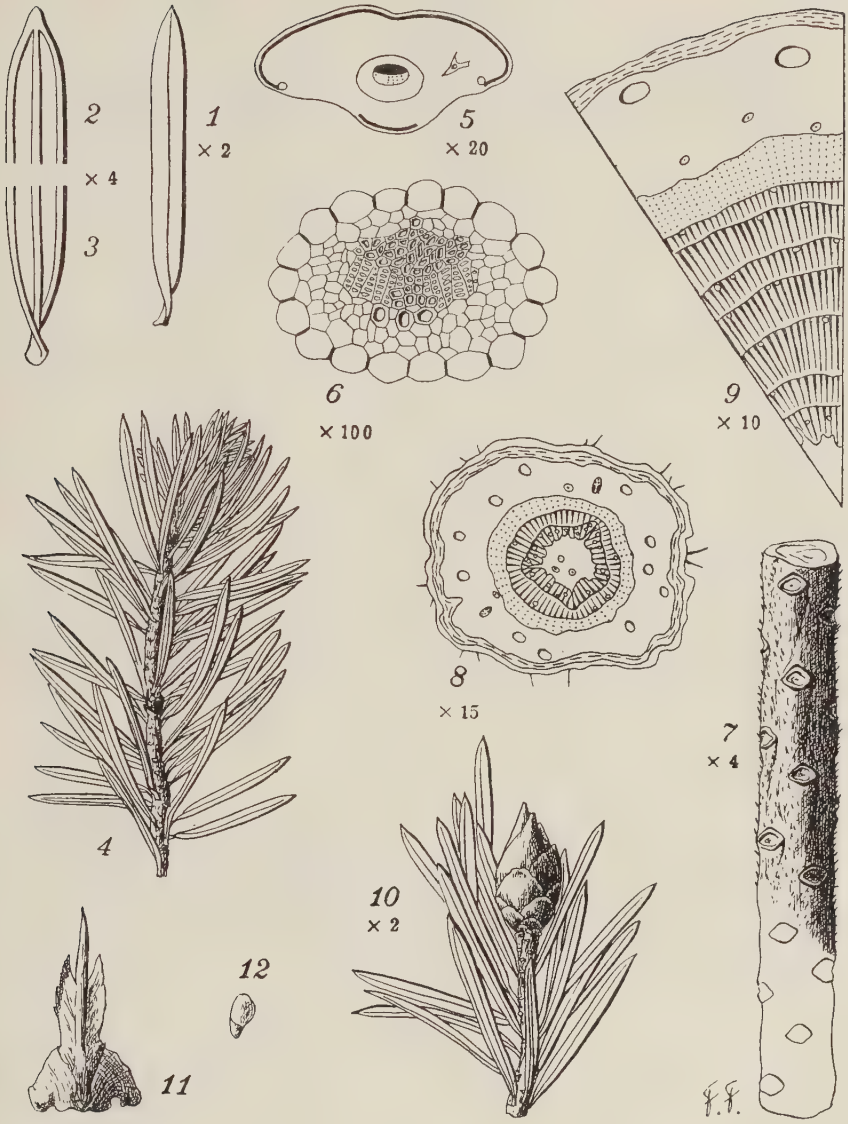
Tissu palissadique. — Formé de trois assises de cellules.

Canaux sécréteurs. — Ils sont souvent absents ou de très petit diamètre.

Idioblastes. — On observe un ou deux idioblastes dans presque tous les niveaux.

Cylindre central. — Ne présente rien de spécial (fig. 6).

Fibres. — Il existe généralement deux ou trois grosses fibres au-dessous du liber (fig. 6). Une fibre analogue est située entre le bois et l'endoderme, au voisinage du plan médian. Enfin un paquet triangulaire de cellules sclérifiées, divise le liber en deux plages latérales.



PSEUDOTSUGA CALIFORNICA

PSEUDOTSUGA CALIFORNICA. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule de deux ans × 15; *9* section de ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* écaille face externe × 1; *12* graine × 1.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair.

Pubescence. — Très marquée sur le rameau de l'année, plus faible sur les rameaux de 2 et 3 ans. Les poils sont longs et robustes (fig. 7).

Cicatrices. — Losangiques, peu saillantes, accompagnées de faibles cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire, très faiblement sillonnée (fig. 8).

Epiderme. — Faiblement papilleux sur le bord supérieur de la section.

Ecorce externe. — Au-dessous de l'épiderme on compte une à deux assises de cellules en voie d'exfoliation.

Liège. — Formé de quatre à six assises de cellules. Cellules pierreuses nombreuses.

Ecorce interne. — Présente une zone externe à cellules régulières et une zone interne à nombreuses lacunes et dans laquelle on observe quelques fibres. Il y a environ une dizaine de canaux résinifères.

Liber. — Epais, renfermant de nombreux cristaux dans sa portion externe.

Bois. — A contour externe légèrement sinueux. Dans le ramule de deux ans, il existe de nombreux canaux résinifères. Ceux-ci, localisés dans le bois d'automne de deuxième année, s'observent dans toute l'épaisseur du bois de première année (fig. 8).

Moelle. — Elle est sclérifiée à la périphérie et présente généralement quelques fibres épaisses.

RAMULE

Le ramule âgé présente de nombreux canaux résinifères dans le bois d'automne (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovale très pointu.

Ecailles. — Peu nombreuses, de couleur fauve, à bord clair (fig. 10).

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Absent. Un des échantillons étudiés portait seulement un fragment de cône, réduit aux écailles supérieures.

Ecailles. — Ayant la forme d'un demi-cercle. Bombées (fig. 11).

Bractées. — Droites, non rétrécies en leur milieu, dentées sur les bords. Les trois pointes terminales sont très inégales. Pointes latérales aigues.

GRAINE

Dimensions. — Très faibles pour la partie supérieure du cône. Aile large à bord externe très convexe (fig. 12).

PSEUDOTSUGA DOUGLASII (LINDLEY) CARRIÈRE.

[*PSEUDOTSUGA TAXIFOLIA* (POIRET) BRITTON (*nomen dubium*).]

[*PSEUDOTSUGA MUCRONATA* (RAFINESQUE) SUDWORTH (*nomen dubium*).]

NOM ET SYNONYMES

Abies californica STEUDEL (1840).

— *Non* CARRIÈRE.

ABIES DOUGLASII LINDLEY (1833), 32; LOUDON (1844), 2.319, *cum ic.;* (1850), 388; LAVALLÉE (1887), 266.

(?) *Abies Douglasii* var. *fastigiata* KNIGHT (1850), 37; LAVALLÉE (1887), 267.

Abies Douglasii var. *monstrosa* LEROY (1866).

Abies Douglasii var. *pallida* LAVALLÉE (1887), 267.

(?) *ABIES MUCRONATA* RAFINESQUE (1832), ENDLICHER (1847), 126; CARRIÈRE (1867).

Abies obliquata BONGARD (1839).

(?) *Abies Stairii* hort.

ABIES TAXIFOLIA POIRET (1804); RAFINESQUE (1836), 38; TORREY (1855), 130.

— *Non* DESFONTAINES; *nec* JEFFREY.

Abies taxifolia var. pendula MASSÉ (1853), 186.

Abieta Douglasii KENT (1900), 476.

Picea Douglasii LINK (1841), 524.

Pinus canadensis W. HOOKER (1839).

Pinus Douglasii Sabine (1837); Don (1837); Endlicher (1847), 87; Hooker (1854), 162.

Pinus Douglasii var. *pendula* Parlatore (1868), 430.

Pinus taxifolia Lambert (1803), 51, *cum tabul;* Pursh (1814), 640. — *non* Salisbury.

Pseudotsuga compacta viridis Hellemann *in* Beissner (1902), 52.

PSEUDOTSUGA DOUGLASII Carriere (1867), 256; Engelmann (1878), 257; Von Tubeuf (1897), 89, *cum ic.;* Pardé (1906), 109; Beissner (1909), 99, *cum ic.;* Schelle (1909), 119, *cum ic., excel.* var. *glauca et caesia;* Pavari (1921), 10, *cum tabul;* Dallimore et Jackson (1923), 476, *cum ic.;* Walckenier Suringar (1928); Pardé (1928), 104; Fitz Patrick (1929), 203; Bailey (1933) 97, *cum ic.;* Flous (1934 f), 17, 18, *cum mappa.*

Pseudotsuga Douglasii var. anguina Dallimore et Jackson (1923), 476.

Pseudotsuga Douglasii var. aurea Fluder (1894), 44.

Pseudotsuga Douglasii var. brevifolia Dallimore et Jackson (1923), 476.

Pseudotsuga Douglasii var. densa Bailey (1933), 98, *cum tabul.*

Pseudotsuga Douglasii var. denudata Carrière (1867), 792; Schelle (1909), 124.

Pseudotsuga Douglasii var. dumosa Carrière (1867), 258.

Pseudotsuga Douglasii var. fastigiata Carrière (1867), 257; Schelle (1909), 123.

Pseudotsuga Douglasii var. globosa Lutz (1905); Schelle (1909), 124; Dallimore et Jackson (1923), 478; Bailey (1933), 98.

Pseudotsuga Douglasii var. monstrosa hort.; Schelle (1909), 124.

Pseudotsuga Douglasii var. nana hort.; Dallimore et Jackson (1923), 478.

Pseudotsuga Douglasii var. pendula Engelmann; Pardé (1906), 111; Schelle (1909), 123; Dallimore et Jackson (1923), 478; Bailey (1933), 98.

Pseudotsuga Douglasii var. pumila Waterer (1899); Schelle (1909), 123.

Pseudotsuga Douglasii var. pyramidata Bailey (1933), 98.

Pseudotsuga Douglasii var. revoluta hort.; Dallimore et Jackson (1923), 478.

Pseudotsuga Douglasii var. Stairii hort., Schelle (1909), 123; Dallimore et Jackson (1923), 478.

Pseudotsuga Douglasii var. Standishii Masters; Schelle (1909), 123; Dallimore et Jackson (1923), 478.

Pseudotsuga Douglasii var. stricta Carrière (1864), 258.

Pseudotsuga Douglasii var. sumerosa Dallimore et Jackson (1923), 478.

Pseudotsuga Douglasii var. variegata Forbes (1903), 38; Schelle (1909), 123; Dallimore et Jackson (1923), 478.

(?) *Pseudotsuga Douglasii var. viminalis* Schwerin (1919), 325.

Pseudotsuga Douglasii var. violacea Schelle (1909), 123.

(?) *Pseudotsuga Douglasii var. viridis* SCHWERIN.

PSEUDOTSUGA MUCRONATA SUDWORTH (1893); (1895), 266; SARGENT (1898), 87.

PSEUDOTSUGA TAXIFOLIA BRITTON (1887); (1889), 74; SUDWORTH (1898); JEPSON (1901), 19; (1910), 13; SILVA TAROUCA et SCHNEIDER (1923), 275, *cum ic., excl. var. caesia, var. glauca;* SCHNEIDER (1923) *excl. var. nana;* CHAMBERLAIN (1925), 218, *cum. ic.;* REHDER (1927), 37, *excl. var. glauca;* DAVIDSON (1927), 39, *cum tabul. et ic.;* BEISSNER et FITSCHEN (1930), 85, *cum ic.*

Pseudotsuga taxifolia var. albispica, BEISSNER et FITSCHEN (1930), 88.

Pseudotsuga taxifolia var. anguina BEISSNER et FITSCHEN (1930), 89.

Pseudotsuga taxifolia var. aurea BEISSNER et FITSCHEN (1930), 89.

Pseudotsuga taxifolia var. densa SLAVIN.

Pseudotsuga taxifolia var. denudata BEISSNER et FITSCHEN (1930), 89.

Pseudotsuga taxifolia var. elongata SCHWERIN (1927), 406; BEISSNER et FITSCHEN (1930), 89.

Pseudotsuga taxifolia var. fastigiata ASCHERSON et GRAEBNER (1913), 287; REHDER (1927), 37; BEISSNER et FITSCHEN (1930), 89.

Pseudotsuga taxifolia var. globosa ASCHERSON et GRAEBNER (1913), 287; BEISSNER et FITSCHEN (1930), 90.

Pseudotsuga taxifolia var. monstrosa BEISSNER et FITSCHEN (1930), 90.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata SCHWERIN (1922), 59.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. aurea SCHWERIN (1922), 60.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. denudata SCHWERIN (1922), 61.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. fastigiata SCHWERIN (1922), 61.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. globosa SCHWERIN (1922), 61.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. monstrosa SCHWERIN (1922), 61.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. pumila SCHWERIN (1922), 61.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. pendula SCHWERIN (1922), 60.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. Stairii SCHWERIN (1922), 60.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. stricta SCHWERIN (1922), 61.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. variegata SCHWERIN (1922), 61.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. viminalis SCHWERIN (1922), 59.

Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. viridis SCHWERIN (1922), 59.

Pseudotsuga taxifolia var. pendula Ascherson et Graebner (1913), 287; Sudworth; Rehder (1927), 37.

Pseudotsuga taxifolia var. pumila Ascherson et Graebner (1913), 287; Beissner et Fitschen (1930), 90.

Pseudotsuga taxifolia var. pyramidata Slavin.

(?) *Pseudotsuga taxifolia var. Stairii* Beissner et Fitschen (1930), 88.

Pseudotsuga taxifolia var. stricta Beissner et Fitschen (1930), 90.

Pseudotsuga taxifolia var. Suringarii Schwerin (1927), 406; Beissner et Fitschen (1930), 89.

Pseudotsuga taxifolia var. variegata Beissner et Fitschen (1930), 89.

Pseudotsuga taxifolia var. viminalis Beissner et Fitschen (1930), 88.

Pseudotsuga taxifolia var. viridis Ascherson et Graebner (1913), 287; Silva Tarouca et Schneider (1923), 275; Rehder (1927); Beissner et Fitschen (1930), 88.

Tsuga Douglasii Carrière (1855), 192.

(?) *Tsuga Douglasii var. fastigiata* Carrière (1855), 193.

Tsuga Douglasii var. sparsifolia Carrière (1861), 243.

Tsuga Stairii hort.

Tsuga taxifolia Kuntze (1891).

On voit les noms multiples qui ont été donnés à cette espèce : Walckenier Suringar, en 1928, a étudié avec beaucoup de soins cette synonymie. Il estime que le nom valable est *Ps. Douglasii*. Ce nom est universellement connu et ne crée pas d'ambiguité. J'ai donc adopté l'opinion de Walckenier Suringar.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Dr Veitch, May 1857, Clear Lake, California, New-York Botanical Garden (*sub. mucronata*).

G.-R. Vasey, sept. 1880, Marine lev., California, Herb. de l'Arnold Arboretum.

G.-R. Vasey, n° 54, 1889, Washington. Herb. du New-York Bot. Garden.

Stanberg, Mc Dougal, Heller, May 1892, Idaho, Common in woods, Craig Mountains, near Lake Waha, 900 m. New-York Botanical Garden (*sub mucronata*).

G. Hansen, n° 1.259, May 27/1893, Flora of the Sequoia Gigantea Region, Amador County, Elsie's Creek, 2.700 ft. Herbier du Museum de Paris.

Sandberg, Leiberg, n° 643, Aug. 1893, Washington, Lake Nenatchee, alt. 609 m. New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

Sandberg, Leiberg, Nason City, 2 à 3.000 ft., New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

O.-D. Alley, n° 209, April 29/1895, Washington, Cascade Mountains, Upper Valley of the Nesqually. Herb. du New-York Bot. Garden.

?, Aug. 1895, Oregon, Banks of Columbia River at Bonneville. Herb. de l'Arnold Arboretum.

Kamiack Butte, n° 811, june 1897, Washington Whitman County, New-York Botanical Garden (*sub. taxifolia* = *mucronata*).

E.-P. Sheldon, n° 8.640, July 27/1897, Hasbrook Pulch, 4.800 ft., New-York Botanical Garden (*sub. mucronata*).

J.-J. Crooke, 1899, Humboldt, Harford. New-York Botanical Garden (*sub. mucronata*).

A.-D.-E. Elmer, n° 2.480, July 1900. Washington, Olympic Mts, Clallam County. New-York Botanical Garden.

Grant, n° 4.158, July 1901, Collected in Mariposa County, Central California. Herb. du New-York Bot. Garden.

D. Griffiths, E.-L. Morris, n° 808, Aug. 1901, Blue Mts, Southern Oregon. Herb. du New-York Bot. Garden.

D. Griffiths, n° 809, Aug. 1901, Blue Mts, Southeastern Oregon. Herb. du New-York Bot. Garden.

A.-A. Heller, H.-E. Brown, March 31/1902, Mt Hood, Sonoma county, California (*sub mucronata* (Raf.) Sudw.). Herb. du New-York Bot. Garden et Herb. Delessert.

A.-A. Heller, n° 5.869, July 14/1902, Lake County, Foothills south of Mt Sanhedrin, midway between Potter valley and Hullville, California (*sub mucronata* (Raf.) Sudw.). Herb. du New-York Bot. Garden et Herb. Delessert.

E.-P. Sheldon, n° 11.347, Nov. 24/1902, Guilds Lake, Portland, Oregon. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub mucronata*).

J.-Mc. Murphy, n° 461, Sept. 1903, Kaisen District, Mendocino County, Northern California (*sub taxifolia* Britt.).

Le Roy Abrams, n° 4.460, June 21/1911, Near le Conte Memorial, Yosemite valley, 4.000-4.500 ft, Yosemite National Park, California (*sub taxifolia* Britt.).

Drattle, n° 1.610, Aug. 28/1913, near Pregrt Sound, Immense timber tree, source of « Oregon pine ». Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

J.-M. Grant, April 1915, Sequim, Washington, Herb. du New-York Bot. Garden.

A.-A. Heller, n° 12.792, July 4/1917, California, Glenn County, Coast Ranges at Alder Springs, 4.200 ft, etc. (*sub taxifolia* (Poir.) Brit.). Herb. du New-York Bot. Garden.

Zeller, n° 816, June 25, Aug. 1/1917 Iriday Harbor, San Juan Islands, Washington. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub mucronata*) et de l'Arnold Arboretum.

J.-Th. Howell, n° 3.504, Aug. 25/1927 California, Mendocino Co., 1 1/2 miles se of Christine P. O. Herb. de l'Arnold Arboretum.

Delzie Demaree, n° 7.286, 10/17/1929, Kings Mts, California, San Mateo County (*sub mucronata* Sudw.). Herb. de l'Arnold Arboretum.

Arboretums : Les Barres, Vilmorin-Verrières, Cardeilhac.

Cette espèce occupe une large répartition sur la côte Pacifique, du sud de la Colombie britannique jusqu'à la Californie centrale.

TAILLE ET PORT

Peut atteindre 100 mètres de hauteur. Ramifications latérales à angle presque droit. Port irrégulier chez l'arbre adulte.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne présente pas de différences avec la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, linéaire. La face supérieure présente un sillon médian marqué jusqu'au sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : en général 15 à 25 mm.; peut atteindre exceptionnellement 27 et même 32 mm.

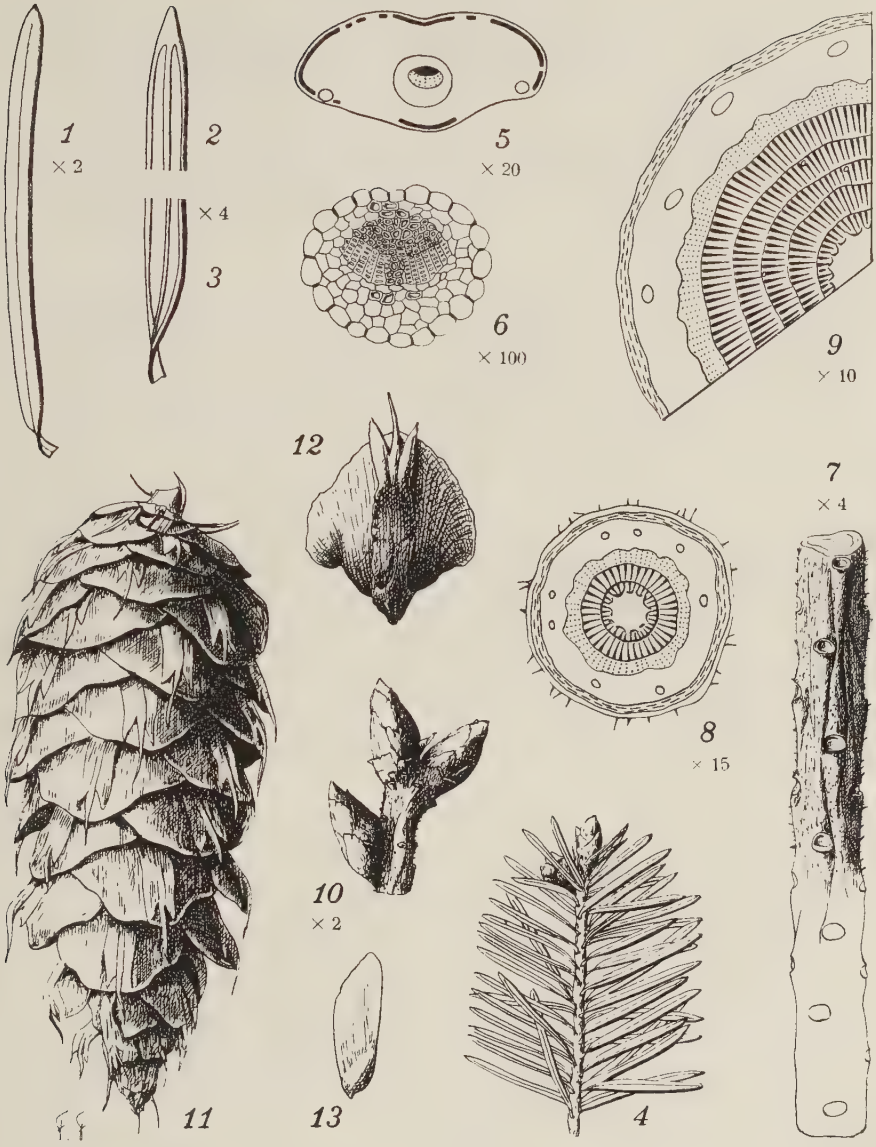
Largeur : 2 mm. environ.

Epaisseur : 0,4 à 0,8 mm.

Couleur. — Vert. La face supérieure est brillante, la face inférieure mate.

Stomates. — La face inférieure présente 5 à 8 rangées de stomates de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex arrondi (fig. 2).



PSEUDOTSUGA DOUGLASII

PSEUDOTSUGA DOUGLASII. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule jeune × 15; *9* section du ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.

Base tordue entre 50 et 100 G. (fig. 3).

Insertion. — Feuilles plus ou moins pectinées, la plupart sont perpendiculaires au rameau. Quelques-unes sont un peu dirigées vers l'avant (fig. 4).

Odeur. — Caractéristique, rappelant celle de de la pomme.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Nervure peu saillante (fig. 5). Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 2 à 2,5.

Epiderme. — Les cellules épidermiques forment des papilles sur tout le pourtour de la section.

Sous-épiderme. — Très discontinu sur les deux faces (fig. 5).

Tissu palissadique. — Formé de deux ou trois assises.

Idioblastes. — Ils sont généralement très rares.

Canaux sécréteurs. — Les deux canaux ont la place normale, marginale, aux deux angles de la feuille, à la face inférieure (fig. 5). Ils sont entourés par deux assises de cellules protectrices.

Cylindre central. — Le bois est près de l'endoderme. Une seule assise de cellules l'en sépare. Quelques cellules sclérifiées divisent le liber en deux plages latérales à peu près égales (fig. 6). Il existe, en outre généralement une ou deux grosses fibres entre le bois et l'endoderme et deux ou trois fibres analogues au-dessous du liber.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron rouge.

Pubescence. — Bien marquée. Poils robustes.

Cicatrices. — Saillantes et accompagnées de cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire, sillonnée (fig. 8).

Epiderme. — Formé de cellules en forme de papilles. Il porte des poils courts robustes et d'autres plus longs, pointus.

Ecorce externe. — Elle est très réduite, une seule assise de cellules mortes sépare l'épiderme du liège.

Liège. — Formé de trois à six assisses de cellules. Riche en cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Formée de cellules très irrégulières limitant des lacunes. Elle renferme une dizaine de canaux sécréteurs dans le ramule de l'année. On observe aussi deux faisceaux libéro-ligneux foliaires.

Liber. — Epais, renfermant de nombreux cristaux d'oxalate de calcium.

Bois. — A contour externe sinueux. Il ne possède pas de canaux résinifères.

Moelle. — Etoilée, légèrement sclérifiée à la périphérie.

RAMULE AGÉ

Les ramules âgés (3 à 8 ans) renferment quelquefois de nombreux idioblastes dans l'écorce. Le bois est le plus souvent dépourvu de canaux résinifères. S'il en possède, c'est toujours en très petit nombre, au-delà de la troisième ou quatrième année (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovoïde pointu (fig. 10).

Ecailles. — Peu nombreuses, fauves, à bord plus clair, denté et frangé.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde conique (fig. 11) porté par un court pédoncule.

Dimensions. — Longueur : 7 à 10 cm. (jusqu'à 12 cm. pour Hickel).

Largeur : 3 cm. environ.

Ecailles. — Nombreuses, 40 à 50, minces, tranchantes, arrondies (fig. 12).

Bractées. — Droites, apprimées, étroites, légèrement dentées sur les bords. Pointe médiane, deux à quatre fois plus longue que les pointes latérales. Celles-ci sont aigues (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 7 mm. environ; longueur avec l'aile : 15 à 17 mm. Aile étroite légèrement élargie vers le milieu (fig. 13). Bord interne droit, bord externe dessinant un angle à sommet arrondi.

PSEUDOTSUGA FLAHAULTI Flous.

[*PSEUDOTSUGA LINDLEYANA* (Roezl) Carrière, *nomen dubium.*]

[*PSEUDOTSUGA GLAUCESCENS* (Roezl) Bailly, *nomen dubium.*]

NOM ET SYNONYMES

(?) *Abies glauca* Roezl.
— *non* Mayr.
(?) *ABIES GLAUCESCENS* ROEZL ex Gordon (1858), 149.
(?) *Abies religiosa glaucescens* Carrière (1867), 274.
(?) *Abies Tlapalcatuda* Roezl (1858), 149.
(?) *Picea glaucescens* Gordon (1858), 149 sup. 47.
Pseudotsuga Douglasii glaucescens Schelle (1909), 123.
PSEUDOTSUGA FLAHAULTI FLOUS (1934 f), 4 (*cum ic et mappa*).
(?) *PSEUDOTSUGA GLAUCESCENS* BAILLY (1895), 88.
PSEUDOTSUGA LINDLEYANA CARRIERE (1868), 152, *cum tab.*
Pseudotsuga mucronata (*in herb.*).
Pseudotsuga taxifolia glaucescens Schwerin (1922), 61, excl. *glauca* Mayr *et var.*
(?) *TSUGA LINDLEYANA* ROEZL (1857), 8.

La synonymie de cette espèce est extrêmement complexe.

Carrière, 1867, décrit d'après Roezl les types suivants :

Tsuga Lindleyana Roezl, 1857, p. 8, venant des environs de Real del Monte.

Abies religiosa glaucescens qu'il assimile à *Abies glaucescens* Roezl. et à *Abies Tlapalcatuda* Roezl, des montagnes de las Cruces au Mexique et à *Abies glauca* Roezl. Il incline à croire que cette espèce est un *Pseudotsuga*. En effet, elle se greffe sur *Pseudotsuga Douglasii* et pas sur *Abies;* des graines envoyées par Roezl ont donné des *Pseudotsuga*. Il n'avait pas vu leurs cônes mais les feuilles distiques correspondaient assez bien aux espèces *Douglasii* ou *Flahaulti*.

En 1868, Carrière revient sur l'espèce *Tsuga Lindleyana*. Il prétend avoir eu des échantillons avec cônes, envoyés par les frères Rovelli, horticulteurs italiens. Il ne dit pas si ces échantillons venaient de graines de Roezl, ni de quelle région étaient originaires les graines qui les avaient produits. L'étude de ces échantillons l'amène à décrire, sous le nom de *Pseudotsuga Lindleyana*, une espèce à bractées réfléchies, qui est évidemment soit un *glauca* Mayr, soit un *Flahaulti* Flous. La planche en couleurs, d'exécution excellente, indique un cône d'assez grande taille et des feuilles subdistiques. Il semble que ce serait plutôt *Flahaulti*. Cette hypothèse est rendue vraisemblable par la probabilité d'une origine mexicaine des graines. Je crois donc pouvoir conclure que, si on ne sait pas ce qu'était *Tsuga Lindleyana* Roezl, qui était

peut être bien un *Tsuga*, il paraît très probable que *Ps. Lindleyana* Carrière est identique à *Ps. Flahaulti*.

En 1895, Bailly reprend la question de l'*Abies glauca, Abies glaucescens, Abies Tlapalcatuda*. Il estime qu'un arbre de Bourg-Argental (Loire), cultivé par Séneclauze, correspond à cette espèce, venant des montagnes de Las Cruces. Il la baptise *Pseudotsuga glaucescens*, et la décrit d'une façon très précise. Une belle planche en couleurs donne l'image d'un rameau. D'après cette planche, le *Ps. glaucescens* Bailly ressemblerait beaucoup au *Ps. glauca* Mayr. C'est à juste titre que Schwerin met ces deux noms en synonymie, en donnant la priorité à Bailly. Mais rien ne prouve que le *Pseudotsuga glaucescens* de Bailly soit identique aux divers *Abies* décrits par Roezl. Schwerin, en 1922, estime même que Beissner a eu tort d'assimiler ces trois noms, à *Ps. glaucescens* Bailly. Il dit que ces trois noms correspondent à des espèces à gros cônes dressés et sont donc des *Abies*. Je n'ai pas vu où il était question de cônes dressés pour les espèces de Roezl. Un doute reste donc pour cette synonymie. Il n'est d'ailleurs pas impossible que la gravure de Bailly corresponde à l'espèce *Flahaulti*.

En résumé, il est probable que le terme *glaucescens* Bailly a la priorité sur *glauca* Mayr, mais il est possible que *glaucescens* Bailly soit identique à *Flahaulti*. Il est très probable que *Ps. Lindleyana* Carrière est identique à *Flahaulti*. Mais il n'est pas sûr que *Tsuga Lindleyana* Roezl soit la même chose que *Pseudotsuga Lindleyana* Carrière.

Il y a donc une grande confusion de termes. D'autre part, les auteurs paraissent avoir ignoré la gravure du *Ps. Lindleyana* Carrière et font de *Ts. Lindleyana* Roezl un synonyme de *Ps. Douglasii*. Je crois donc que, pour clarifier la question, le mieux est de conserver le terme *Ps. Flahaulti*, qui correspond à une espèce bien définie et bien localisée et qui ne prête à aucune confusion.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : H.-H. Rusby, 1881, New Mexico. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

D.-T. Mc Dougal, n° 43, 1891, Arizona. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

Edgar A. Mearns, n° 414, July 1892, San Luis Mts, Chihuahua, Mexico. Herb. du New-York Bot. Garden.

Marcus E. Jones, Aug. 1894, Utah, near Marysvale. Herb. du New-York Bot. Garden.

E.-O. Wooton, n° 653, Aug. 1897, New Mexico, White Mountains, Lincoln County, 7.000 ft. (Echantillon type). Herb. du New-York Bot. Garden et Herb. Barbey-Boissier.

E.-O. Wooton, Aug. 1/1899, New Mexico, Sacramento Mountains, Otero Co. Herb. du New-York Bot. Garden.

H.-L. Viereck, May 21-28/1902, New Mexico, Otero County, High Rolls and vicinity elevation, slopes of Mt Condcroft. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

J.-C. Blumer, 1905, New Mexico, Bear Canyon Divide, 7.500, Fort Bayard Watershed, Grant County. Herb. du New-York Bot. Garden.

Alfred Rehder, n° 76, July 1914, Arizona, San Francisco Peak, 9.000 ft. Herb. de l'Arnold Arboretum.

?, July 1916, Arizona, Navaho Reservation, Under Cliffs and in canyon heads. Herb. du New-York Bot. Garden.

R.-S. Ferris and Carl D. Dunean, July 15-18/1921, Western Texas, Chisos Mts, Brewster County, 7.300 ft., protected slopes near upper Juniper spring. Herb. du New-York Bot. Garden.

C.-H. Mueller, n° 7.950, 6/18/1921, Chisos Mts, Texas. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. mucronata* (Raf.) Sudw.).

J.-A. Moore, J.-A. Steyermark, n° 3.471, July 17/1931, Texas, Guadalupe Mountains, Culberson Co., moist slopes of ridge above Mc Kittrick Canyon, 2.200 m. Herb. de l'Arnold Arboretum.

L. Williams, n° 494, June 2/1932, Utah, vicinity of Flaming Gorge, Dagget County, Hillsides The Gorge, 6.000 ft. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

Cette espèce croît dans les Rocheuses méridionales (Utah, Arizona, New Mexico, Texas) et au Mexique.

TAILLE ET PORT

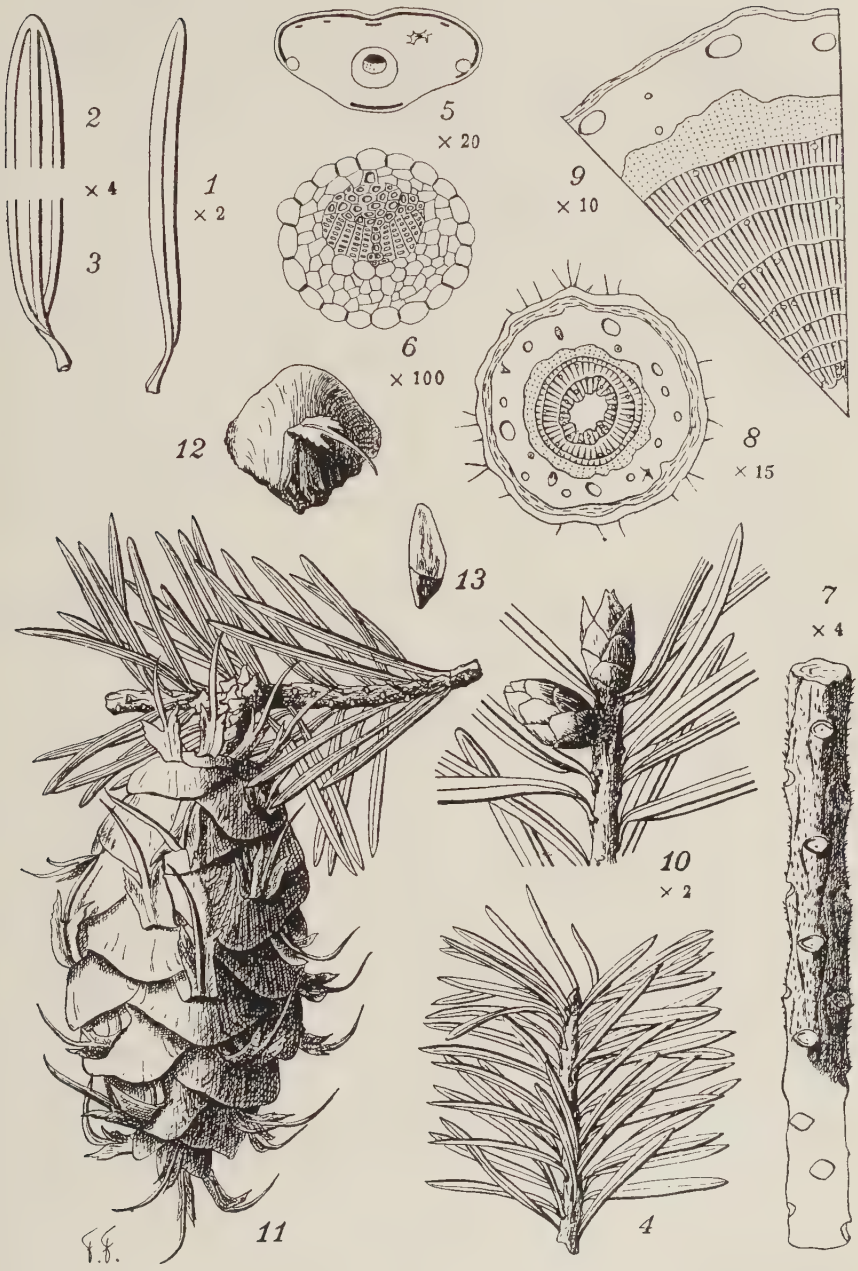
Pour plusieurs échantillons, la hauteur de l'arbre atteint 18 à 25 mètres.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

La plupart des échantillons étudiés étant fertiles, la feuille de rameau fertile sera décrite avec plus de détails que celle du rameau stérile. Il n'y a pas de différences sensibles entre les deux types de feuilles. Elles présentent les mêmes caractères morphologiques et anatomiques.

TABLEAU DES FIGURES (Légende).

PSEUDOTSUGA FLAHAULTI. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section d'un ramule de 3 ans × 15; *9* section de ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.



PSEUDOTSUGA FLAHAULTI

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Légèrement arquée. La face supérieur est sillonnée jusqu'au sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : de 15 à 35 mm.

Largeur : 1,5 à 2 mm. environ.

Epaisseur : 0,7 mm. environ.

Couleur. — Vert clair, mât sur les deux faces.

Stomates. — Disposés sur 5 à 7 lignes de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex le plus souvent pointu (fig. 2).

Base : Non ou faiblement tordue. La torsion n'atteint pas 100 grades (fig. 3).

Insertion. — Feuilles latérales, pectinées ou subdistiques, feuilles supérieures quelquefois rabattues légèrement vers l'avant du rameau (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — De forme plus ou moins triangulaire. La face supérieure, très convexe, présente un léger sillon médian. La nervure fait saillie sur la face inférieure (fig. 5).

Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 1,8 à 2,5.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme forment des papilles sur tout le pourtour de la section.

Sous-épiderme. — Il est toujours continu d'une part le long de la face supérieure où il est doublé par places, d'autre part au niveau de la nervure médiane.

Tissu palissadique. — Formé de deux à trois assises de cellules.

Canaux sécréteurs. — Ne présentent rien de spécial.

Idioblastes. — On en compte un à cinq dans la plupart des sections.

Cylindre central. — Le liber est divisé en deux plages égales par une ou deux files de cellules sclérifiées. On observe généralement une ou deux grosses cellules sclérifiées entre le bois et l'endoderme (fig. 6).

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron grisâtre.

Pubescence. — Toujours bien marquée (fig. 7).

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de cannelures.

Anatomie. — *Section.* — Circulaire, non sillonnée (fig. 8).

Epiderme. — Il forme des papilles et porte des poils longs et robustes.

Ecorce externe. — Très réduite, formée de une ou deux assises.

Liège. — Epais, riche en cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Présente une zone externe à cellules polygonales et une zone interne très lacuneuse. On compte une quinzaine de canaux sécréteurs disposés sur un seul cercle. L'écorce renferme en outre quelques fibres et idioblastes.

Liber. — Epais, renfermant de nombreux cristaux.

Bois. — A contour externe non sinueux. Le ramule de un an est dépourvu de canaux sécréteurs, le ramule de deux ans en possède un grand nombre (fig. 8).

Moelle. — Faiblement étoilée, sclérifiée à la périphérie.

RAMULE AGÉ

Le ramule âgé présente de nombreux idioblastes dans l'écorce. Les canaux résinifères sont en très grand nombre dans le bois d'automne (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovoïde, peu pointu (fig. 10).

Ecailles. — Grandes, de couleur fauve à bord plus clair.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde, porté par un robuste pécondule couvert d'écailles (fig. 11),

Dimensions. — Longueur : 4,5 à 6 cm.

Largeur : 2,5 à 4 cm.

Ecailles. — Vingt-cinq à trente, régulières, bombées, finement striées (fig. 12).

Bractées. — Réfléchies vers le sommet du cône, à bord denté, terminées par trois pointes très inégales. La pointe médiane est longue, les pointes latérales sont courtes et aiguës (fig. 11).

GRAINE

Longueur : 6 mm.; longueur avec l'aile : 14 mm. Aile étroite dans sa partie terminale où elle est brusquement rétrécie (fig. 13).

PSEUDOTSUGA FORRESTII Craib.

NOM ET SYNONYMES

PSEUDOTSUGA FORRESTII CRAIB (1919), 189, *cum ic.*, Dallimore et Jackson (1923), 481; Silva Tarouca et Schneider (1923), 477; Fitz Patrick (1929), 204; Beissner et Fitschen (1930), 96; Orr (1933), 136; Flous (1936 d), 1.

Pseudotsuga Wilsoniana (*in herb.*).

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : J.-F. Rock, n° 10-260, 1923, Northwestern Yunnan, China, Mountains of Londjre, Mekong, Salween watershed adjoining southeastern Tibet. Herb. de l'Arnold Arboretum (*sub. Wilsoniana* Hayata).

Handel Mazzetti, n° 8.058, 9/19/1915. Yunnan, bord. occid. : Ad confines tibeticas sub jugo Dokerla 28°15' in regionis temperatae silvia, 3.000-3.100 m. Herb. du Museum de Paris.

Arboretum : Versailles (legit Hickel) ; Vilmorin-Verrières.

Cette espèce paraît localisée au Yunnan.

TAILLE ET PORT

Arbre pouvant atteindre 18 à 25 m. de haut (d'après Henry).

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne diffère pas sensiblement de la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — Forme. — Droite, linéaire. La face supérieure est sillonnée jusqu'au sommet (fig. 1).

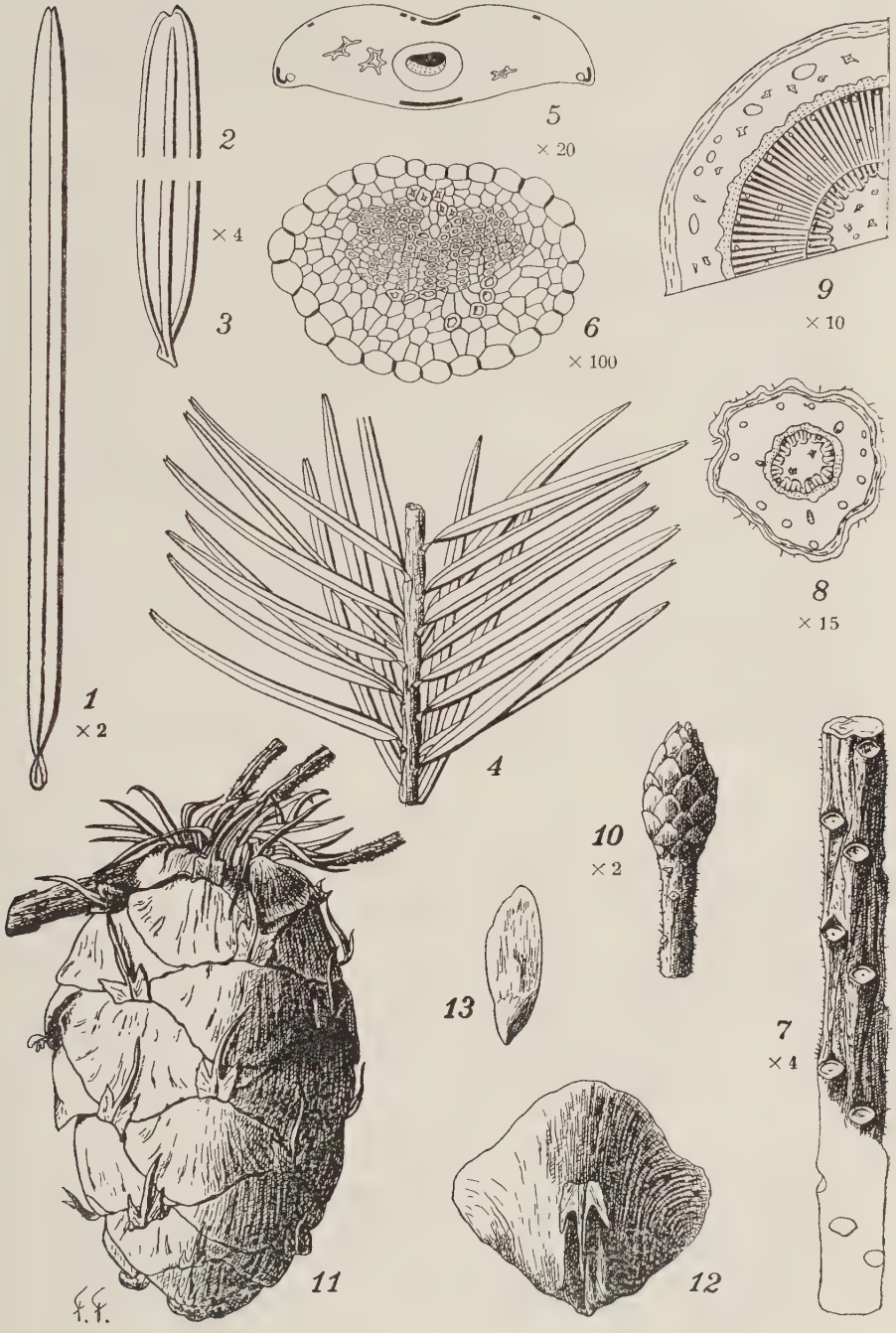
Dimensions. — Longueur : peut atteindre 55 mm.

Largeur : dépasse 2 mm.

Epaisseur : 0,7 mm. environ.

Couleur. — Vert jaune. La face supérieure est brillante, la face inférieure blanche.

PSEUDOTSUGA FORRESTII. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule de 1 an × 15; *9* section du ramule de 2 ans × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.



PSEUDOTSUGA FORRESTII

Stomates. — La face inférieure présente douze à quinze rangées de chaque côté de la nervure.

Extrémités. — Apex échancré, les deux lobes sont souvent inégaux (fig. 2).

Base : tordue jusqu'à 200 grades (fig. 3).

Insertion. — Feuilles pectinées, très rabattues vers l'avant du rameau (fig. 4).

Odeur. — Ne présente rien de spécial.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les bords latéraux forment, chez l'arbre jeune, un angle aigu dirigé vers le bas. Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 3 à 4 (fig. 5).

Epiderme. — Les cellules épidermiques ne forment pas de papilles sur le bord supérieur. L'épaisseur de ces cellules est plus grande que dans les autres espèces asiatiques.

Sous-épiderme. — Très réduit. On observe un groupe de cellules au niveau du sillon médian et de la nervure. Quelques fibres s'observent par places le long du bord supérieur de la feuille.

Tissu palissadique. — Il est formé de deux ou trois assises.

Parenchyme. — Formé de cellules à membranes non sinueuses ne présentant pas de replis internes mais simplement quelques méats.

Canaux sécréteurs. — Ils occupent la position normale, marginale. Mais ils sont plus près des angles latéraux que dans les autres espèces asiatiques. Leur diamètre est réduit.

Idioblastes. — Petits, étoilés en section transversale (fig. 5).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme formé de vingt à vingt-sept cellules. Le liber présente par places des files de cellules à membrane épaisse. Le bois est incomplètement séparé en deux faisceaux. Des fibres sclérifiées s'observent au-dessus du bois et au-dessous du liber (fig. 6).

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron rouge.

Pubescence. — Les ramules de l'année sont finement pubescents.

Cicatrices. — De forme losangique, peu saillantes, accompagnées de fortes cannelures.

ANATOMIE. — *Section.* — Circulaire à bord ondulé (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules épidermiques sont dépourvues de poils.

Ecorce externe. — Ne présente rien de spécial.

Liège. — Peu épais, il renferme des cellules pierreuses dans le ramule de deux ans.

Ecorce interne. — Renferme vers sa périphérie de nombreux canaux résinifères disposés sur un cercle. Elle est très lacuneuse vers l'intérieur.

Liber. — Peu épais, il présente de nombreux cristaux.

Bois. — Le bois est pourvu de canaux résinifères dans les ramules de un an (fig. 8).

Moelle. — La moelle est sclérifiée à la périphérie. Elle renferme en général plusieurs idioblastes.

RAMULE AGÉ

Les ramules âgés sont glabres, de couleur brun gris, brillants.

Les canaux résinifères du bois sont nombreux et situés aussi bien dans le bois d'automne que dans celui de printemps (fig. 9).

Il y a de nombreux idioblastes dans l'écorce et dans la moelle.

BOURGEON

Forme. — Ovale pointu (fig. 10).

Ecailles. — De couleur brun rouge, à bord plus clair, lacinié.

Enduit cireux. — Abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : peut atteindre 6 cm.

Largeur : jusqu'à 4 cm.

Ecailles. Une trentaine environ, losangiques, minces, plates, de couleur marron violacé ou violet sombre (fig. 12).

Bractées. — Réfléchies, plus longues que dans les autres espèces asiatiques. Pointe médiane atteignant 10 mm. de long dans la région moyenne du cône. Pointes latérales aiguës.

GRAINE

Longueur : 6,5 mm. environ ; longueur avec l'aile 22 mm. environ. Aile étroite, à bord interne courbe, à bord externe formant un angle très obtus (fig. 13).

PSEUDOTSUGA GAUSSENI Flous.

NOM ET SYNONYMES

PSEUDOTSUGA GAUSSENI FLOUS (1936 d), 2, *cum ic.*
Pseudotsuga sinensis auct. nonnull. quoad specim. sinens. excepl. Yunnan.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : R.-C. Ching, n° 2.144, July 16-25/1924, Southern Chekiang, China. Between Ping Yung and Tai Suan; alt. 500 to 900 meters. Herb. du Museum de Paris et du New-York Bot. Garden (Echantillon type).

Id. Chekiang plants, N.-E. of Tai Suan, 2.000 ft, verry common. Herb. de l'Arnold Arboretum (*sub. sinensis* Dode).

A.-N. Steward, n° 7.195, 8/12/1924, Flora of Anhwei Province. Hwang Shan. Herb. du NewYork Bot. Garden (*sub. sinensis*).

Cette espèce est localisée en Chine orientale, dans les provinces de Tchekiang et de Ngan-Hoeï.

TAILLE ET PORT

Pas de renseignements connus.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne présente pas de différence avec la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

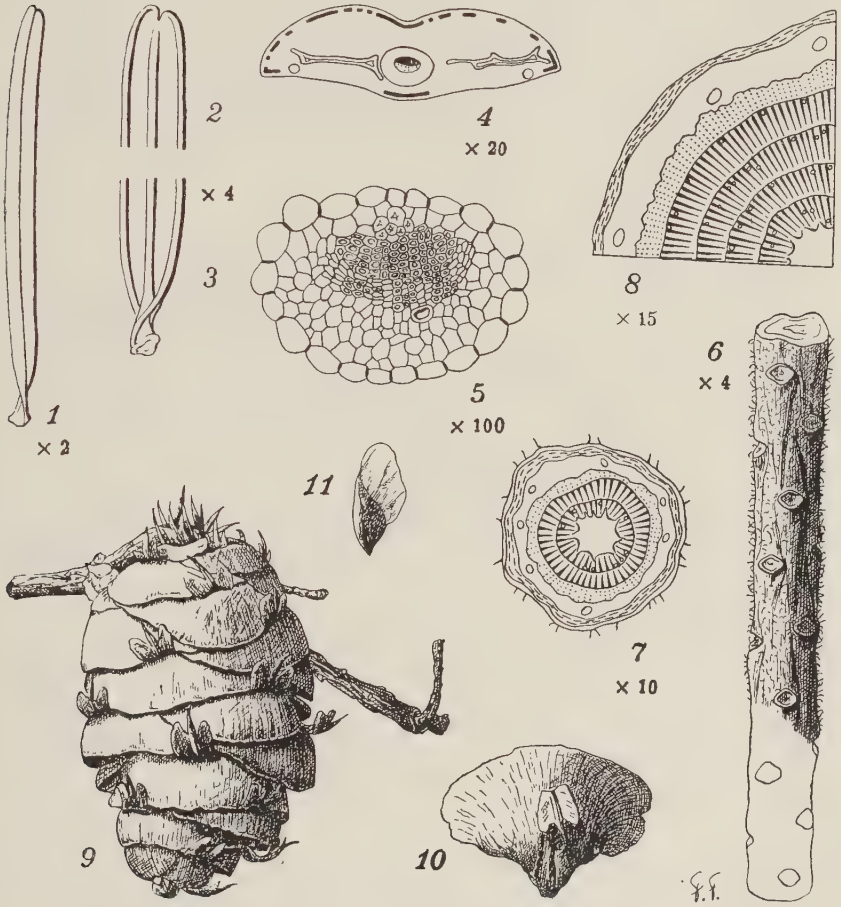
Morphologie. — *Forme* — Droite ou légèrement falquée (fig. 1). La face supérieure présente un sillon marqué jusqu'au sommet.

Dimensions. — Longueur : 20 à 30 mm.

Largeur : 2 mm. environ.

Epaisseur : 0,6 mm. environ.

Couleur. — Vert jaune sur la face supérieure. La face inférieure est blanche.



PSEUDOTSUGA GAUSSENI

PSEUDOTSUGA GAUSSENI. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 100; *6* ramule × 4; *7* section du ramule de 2 ans × 10; *8* section du ramule âgé × 10; *9* cône × 1; *10* écaille × 1; *11* graine × 1.

Stomates. — La face inférieure présente douze à quinze rangées de stomates de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex échancré (fig. 2).

Base : non ou faiblement tordue (fig. 3).

Insertion. — Dans tous les échantillons étudiés les feuilles étaient détachées des rameaux.

Odeur. — Ne présente rien de spécial.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire, à ailes très aiguës (fig. 4). Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 3,5 à 4.

Epiderme. — Les cellules épidermiques ne forment pas de papilles sur le bord supérieur.

Sous-épiderme. — Discontinu mais abondant (fig. 4).

Tissu palissadique. — Formé de une ou deux assises de cellules.

Parenchyme. — Formé de cellules à membrane très sinueuse et présentant des replis internes profonds.

Canaux sécréteurs. — Ils ont la place normale contre l'épiderme. Mais ils sont plus éloignés des angles latéraux que dans les autres espèces asiatiques (fig. 4).

Idioblastes. — Nombreux, très gros, allongés et non étoilés en section transversale (fig. 4) ; ils se distinguent ainsi de ceux des autres espèces.

Cylindre central. — Limité par un endoderme formé de 17 à 21 cellules. Le liber présente par places des cellules à membranes plus épaisses que celles des cellules voisines. Il existe en général un paquet de grosses fibres entre le bois et l'endoderme. Un ou deux éléments analogues s'observent au-dessous du liber (fig. 5).

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron.

Pubescence. — Abondante. Poils longs et robustes (fig. 6).

Cicatrices. — De forme losangique, accompagnées de cannelures.

Anatomie. — *Section.* — Généralement pentagonale.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme portent de longs poils unicellulaires.

Ecorce externe. — Elle est réduite à une assise de cellules.

Liège. — Peu épais.

Ecorce interne. — L'écorce interne est formée de deux zones, l'une périphérique à petites cellules collenchymateuses, l'autre très lacuneuse. A peu près à la limite des deux zones se trouvent les canaux sécréteurs et quelques idioblastes très ramifiés.

Liber. — Peu épais, il renferme de très nombreux cristaux.

Bois. — Les ramules de un an présentent de nombreux et gros canaux résinifères dans le bois (fig. 7).

Moelle. — La moelle est fortement sclérifiée à la périphérie.

RAMULE AGÉ

Les ramules âgés sont de couleur brun-gris, non cannelés, couverts de quelques poils courts.

L'écorce présente de grandes lacunes.

Les canaux résinifères sont nombreux et localisés dès la deuxième année dans le bois d'automne (fig. 8).

BOURGEON

Les échantillons étudiés ne présentaient que des bourgeons très jeunes.

CONE

Forme. — Ovoïde globuleux porté par un long pédoncule (fig. 9).

Dimensions : Longueur : 4 à 5 cm.

Largeur : 3 à 4 cm.

Ecailles. — Vingt-cinq environ, larges, épaisses, de couleur marron (fig. 10).

Bractées. — Réfléchies, courtes. Pointe médiane mesurant 2 à 4 mm. Pointes latérales aiguës, denticulées (fig. 10).

GRAINE

Longueur : 9 mm. environ; longueur avec l'aile, 15 mm. Aile très arrondie au sommet (fig. 11).

PSEUDOTSUGA GLAUCA Mayr.
[*PSEUDOTSUGA GLAUCESCENS* Bailly, *nomen dubium.*]

NOMS ET SYNONYMES

Pseudotsuga Douglasii appressa Schwerin (1919), 325.

Pseudotsuga Douglasii argentea Koster; Schelle (1909), 123; Bailey (1933), 98.

Pseudotsuga Douglasii var. argentea-compacta Hans; Schelle (1909), 123.

Pseudotsuga Douglasii var. argentea-nova Schelle (1909), 123.

Pseudotsuga Douglasii var. argentea-pendula Weisse; Schelle (1909), 123.

Pseudotsuga Douglasii var. brevifolia Masters (1891), 244.

Pseudotsuga Douglasii var. compacta hort., Carrière; Schelle (1909), 123; Bailey (1933), 98.

Pseudotsuga Douglasii var. compacta-glauca Ansorge (1902).

Pseudotsuga Douglasii var. densiramae Dungern (1921), 323.

Pseudotsuga Douglasii var. elegans Beissner (1891), 419; Schelle (1909), 123.

Pseudotsuga Douglasii var. Faberi Schwerin (1916), 226.

Pseudotsuga Douglasii var. Fretsii Beissner (1905), 53; Schelle (1909), 124; Bailey (1933), 98.

PSEUDOTSUGA DOUGLASII var. GLAUCA Mayr (1890), 226; Von Tubeuf (1897), 92; Pardé (1906), 110; Schelle (1909), 122; Bailey (1933), 97.

Pseudotsuga Douglasii var. glauca-pendula Ruppel; Schelle (1909), 123; Bailey (1933), 98.

Pseudotsuga Douglasii var. glauca-pumila Bailey (1933), 98.

Pseudotsuga Douglasii var. laeta Schwerin (1908), 89, 219.

Pseudotsuga Douglasii var. Moerheimii Ruijs (1913), 321.

Pseudotsuga Fretsii hort. holl.

PSEUDOTSUGA GLAUCA Mayr (1901), 57; (1902), 86; Pavari (1921), 48; Dallimore et Jackson (1923), 482, *cum ic.;* Fitz Patrick (1929), 203; Pardé (1929), 105; Beissner et Fitschen (1930), 92, *excl. var. caesia;* Flous (1934 f), 16, *cum mappa.*

Pseudotsuga glauca var. appressa Beissner et Fitschen (1930), 94.

Pseudotsuga glauca var. argentea Beissner et Fitschen (1930), 94.

Pseudotsuga glauca argentea-compacta Beissner et Fitschen (1930), 93.

Pseudotsuga glauca var. argentea-pendula Beissner et Fitschen (1930), 94.

Pseudotsuga glauca var. compacta-glauca Beissner et Fitschen (1930), 93.

Pseudotsuga glauca var. elegans Beissner et Fitschen (1930), 93.

Pseudotsuga glauca var. Faberi Fitschen et Beissner (1930), 93.

Pseudotsuga glauca var. Fretsii Beissner et Fitschen (1930), 94; (?) Dallimore et Jackson (1923), 478.

Pseudotsuga glauca var. glauca-pendula Fitschen et Beissner (1930), 94.

Pseudotsuga glauca var. laeta Beissner et Fitschen (1930), 94.

Pseudotsuga glauca var. Moerheimi Beissner et Fitschen (1930), 94.

(?) *PSEUDOTSUGA GLAUCESCENS* Bailly (1895), 88.

Pseudotsuga taxifolia var. argentea Sudworth (1897), Rehder (1916), 2.847; (1927), 37.

Pseudotsuga taxifolia var. brevifolia Sudworth (1897), 49.

Pseudotsuga taxifolia var. compacta Sudworth, Rehder (1927), 37.

Pseudotsuga taxifolia var. Fretsii Rehder.

Pseudotsuga taxifolia subsp. glauca Schwerin (1923), 91.

Pseudotsuga taxifolia var. glauca Schneider; (1913), 269; (1923), 275; Rehder (1927), 37.

Pseudotsuga taxifolia var. glauca-pendula Schneider (1913); Rehder (1927), 37.

(?) *Pseudotsuga taxifolia subsp. glaucescens* Schwerin (1922), 61, 62, 63 (*excl. caesia et crispa*).

(?) *Pseudotsuga taxifolia var. globosa* Ascherson et Graebner (1913); Rehder (1927), 37.

Pseudotsuga taxifolia var. Moerheimii Rehder (1916), 2.847.

Pseudotsuga taxifolia var. nana, f. Fretsii Schneider (1923), 275.

Pseudotsuga taxifolia var. pendula-cœrulea Sudworth (1897), 49.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

L.-T. Ward, 8/22/1873, Utah, 9.000 ft. Herbier du Museum de Paris.

E, Marcus, A.-M. Jones, May 13/1878, Foot hills, Colorado Springs. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

E. Marcus, A.-M. Jones, July 17/1880, Utah, City Creek Cañon, 7.300 ft. Herb. du New-York Bot. Garden.

?, n° 395, 8/20/1881, N. Mexico, Mogollon Mts, Deep Cañons. Herb. du New-York Bot. Garden.

H. Henry Rusby, n° 396, Sept. 1881, New Mexico, Mogollon Mts. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. Douglasii* Carr = *mucronata* (Raf) Sudw.).

C.-A. Purpus, n° 431, May 1892, Southwestern Colorado, Rocky slopes. Uncompahgre valley. Herbier du Museum de Paris.

L.-H. Pammel, E.-M. Stanton, n° 214, June 1897, Wyoming, Sheridan Co., Above Big Horn, 5.500 ft. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. mucronata* = *Douglasii*).

P.-A. Rydberg, n° 3.538, Aug. 18/1897, Montana and Yellowstone Park, Electric Peak, Emigrant Gulch. Herb. du New-York Bot. Garden.

C.-F. Baker, F.-S. Earle, S.-M. Tracy, n° 387, July 1898, Southern Colorado, hills above Mancos, 8.000 ft. Herb. du New-York Bot. Garden et Herb. Delessert.

Aven Nelson, n° 8.057, Aug. 11/1900, Wyoming. On the Slopes and the draws Jelm, Albany Co. Herb. du New-York Bot. Garden.

C.-C. Curtis, Aug. 1900, Western Wyoming, Snake and Lower Hoback Rivers, 6.500 ft. Herb. du New-York Bot. Garden.

L.-M. Umbach, n° 247, Aug. 19/1901, Montana, Polson, Ravines of Pend d'oreille River. Herb. du New-York Bot. Garden.

L.-M. Underwood, n° 162a, sept. 8/1901, Colorado, Hills above Bosc Cañon, W. of Ouray. 2.300-2.500 m. Herb. du New-York Bot. Garden.

F.-E. et E.-S. Clements, Sept. 15/1901, Colorado, Minnehaha 2.600 m. Herb. du New-York Bot. Garden et Herb. Delessert.

W.-R. Dudley, June 4/1904, Arizona, Slope of Bill Williams Peak, near Williams. Herb. de l'Arnold Arboretum.

H. Shaw, n° 761, June 21/1905, Selkirk flora, Shore of Howser Lake, 2.000 ft. Herb. du New-York Bot. Garden et du Museum de Paris.

Mildred E. Mathias, June 22/1929, Colorado, Aspen Glen Camp, Fall River Road, near Estes Park. Herb. du New-York Bot. Garden.

E.-J. Palmer, n° 36.966, July 6/1930, Montana, Rocky wooded hills, above creek Wolf creek, Lewis and Clark County. Herb. de l'Arnold Arboretum.

Arboretum : Les Barres, Vilmorin-Verrières, Cardeilhac.

Cette espèce occupe une large répartition dans les Rocheuses septentrionales depuis la Colombie britannique. Sa limite vers le Sud englobe une faible partie de l'Arizona et du New Mexico.

TAILLE ET PORT

Arbre ne paraissant pas dépasser 45 m. de haut.

La hauteur est de 25 à 30 m. environ d'après Henry.

Les ramifications se font surtout à angle aigu et la forme de l'arbre est très régulière.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne présente pas de différences avec la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite ou légèrement arquée. La face supérieure présente un sillon médian non marqué jusqu'au sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 15 à 25 mm.

Largeur : 2 mm. environ.

Epaisseur : 0,8 à 0,9 mm.

Couleur. — Vert foncé, glauque pour les feuilles de un et deux ans.

Stomates. — La face inférieure présente 4 à 5 lignes de stomates de part et d'autre de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex large, entier ou légèrement échancré (fig. 2).

Base. — Tordue entre 0 et 100 grades (fig. 3).

Insertion. — Feuilles subdistiques, rabattues vers l'avant du rameau, souvent plus ou moins en brosse (fig. 5).

Odeur. — Ne présente rien de spécial.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique; nervure saillante. Bord supérieur convexe, légèrement sillonné dans le plan médian. Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 1,7 à 2,4 (fig. 5).

Epiderme. — Il forme des papilles sur tout le pourtour de la section.

Sous-épiderme. — Abondant mais très discontinu (fig. 5).

Tissu palissadique. — Formé de 4 ou 5 assises de cellules peu allongées.

Canaux sécréteurs. — Ne présentent rien de spécial.

Idioblastes. — Généralement présents.

Cylindre central. — Le liber est légèrement sclérifié dans le plan médian. On observe une ou deux grosses fibres au-dessus du bois et deux ou trois éléments analogues au-dessous du liber (fig. 6).

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron foncé.

Pubescence. — Forte. Poils longs ou courts, robustes.

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire, non sillonnée (fig. 8).

Epiderme. — Fortement cutinisé sur la face externe. Il forme de légères papilles et porte des poils unicellulaires, robustes.

Ecorce externe. — Sous l'épiderme, on observe deux ou trois assises de grandes cellules mortes.

Liège. — Formé de quatre ou cinq assises de cellules. Riche en cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Très lacuneuse. Elle renferme huit ou dix gros canaux résinifères. On observe souvent de gros idioblastes. Enfin il y a un ou deux faisceaux foliaires.

Liber. — Epais, riche en cristaux d'oxalate de calcium.

Bois. — Il possède, même dans les ramules de un an, des canaux résinifères nombreux (fig. 8).

Moelle. — Etoilée, très sclérifiée à la périphérie. Elle renferme quelquefois de nombreux idioblastes.

RAMULE AGÉ

Les ramules de 3 à 14 ans étudiés, présentent souvent de nombreux idioblastes dans l'écorce interne et dans la moelle. Les canaux résinifères sont nombreux dans le bois d'automne. Ils sont très nombreux dans toute l'épaisseur du bois de première année (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovale large à la base (fig. 10).

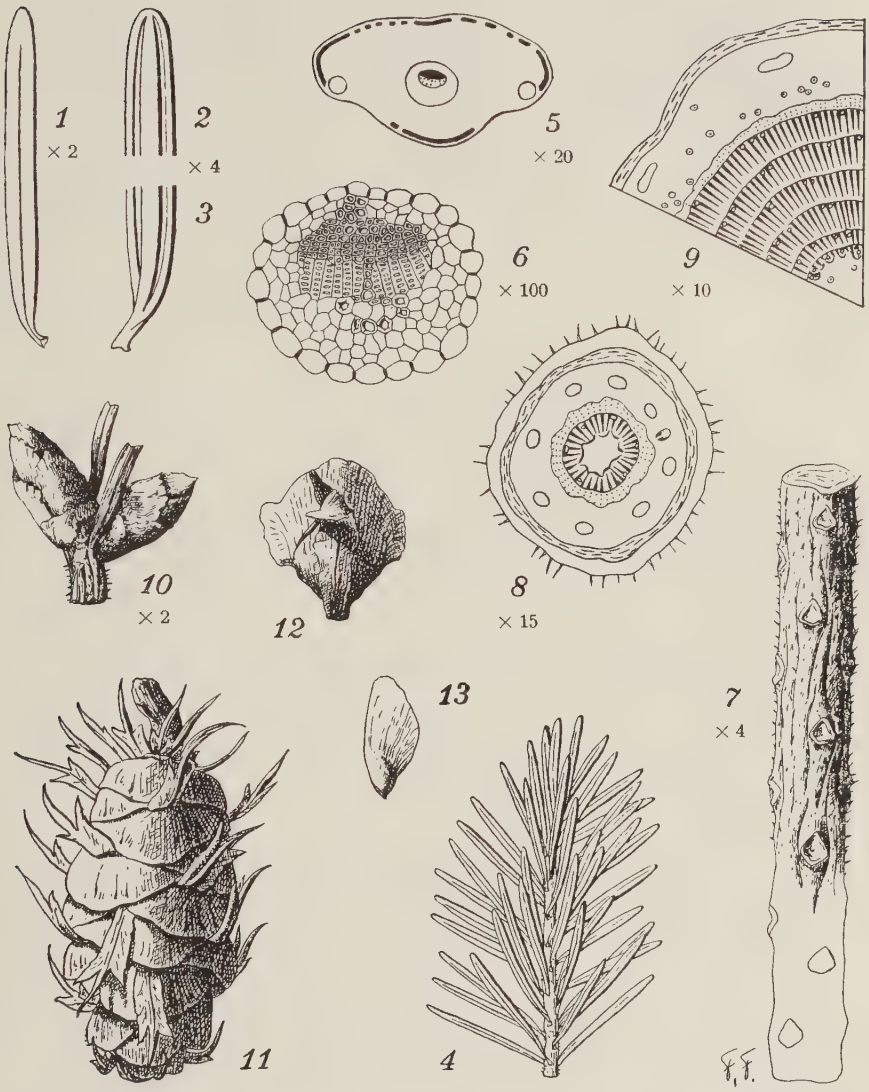
Ecailles. — Grandes, à bord frangé.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovale plus ou moins fusiforme (fig. 11).

Dimensions : Longueur : 4,5 à 6 cm.
Largeur : 2 à 3 cm.



PSEUDOTSUGA GLAUCA

PSEUDOTSUGA GLAUCA. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule jeune × 15; *9* section du ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.

Ecailles. — Losangiques, auriculées, finement striées (fig. 12).

Bractées. — Plus ou moins réfléchies vers la base du cône. Les bractées supérieures voisines du pédoncule, sont toujours très fortement réfléchies.

GRAINE

Longueur : 3 mm.; longueur avec l'aile : 16 mm. environ. Aile large à bord interne droit et à bord externe courbe (fig. 13).

PSEUDOTSUGA GLOBULOSA Flous.

NOM ET SYNONYMES

Pseudotsuga Douglasii (*in herb.*).
PSEUDOTSUGA GLOBULOSA FLOUS (1934 f), 6 (*cum ic. et mappa*).
Pseudotsuga mucronata (*in herb.*).
Pseudotsuga taxifolia (*in herb.*).

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : ?, n° 3.050, 9/1874, Colorado, 8.000 ft. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. taxifolia* = *Douglasii*).

?, n° 4.581, Sept. 1/1896, Como, Colorado. Herb. du New-York Bot. Garden.

Fr. Tweedy, n° 5.040, July 1902, Colorado, Boulder County, 5.000-6.000 ft. Plains and foothills near Boulder. Herb. du New-York Bot. Garden.

Rydberg, Carlton, n° 6.587, July 3/1905, Utah, Mountains around the South of Big Cottonwood Creek. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. mucronata* (Raf.) Sudw.).

J.-G. Jack, A. 1335, Sept. 4/1914, Idaho, Top of Elk Butte, 6.000 ft., Clearwater Co. Herb. de l'Arnold Arboretum (*sub mucronata* = *taxifolia*).

Alfred Rehder, n° 615, Sept. 18/1916, New Mexico, Santa Fé Creek, 10 miles above Santa Fé 8.000 ft. Herb. de l'Arnold Arboretum (*sub. taxifolia* Britt.).

S. Delano Mc Kelvey, n° 1.262, June 5/1929, Arizona, San Francisco Mt, Boulevard. Herb. de l'Arnold Arboretum.

?, Herbarium Otto Kuntze, 30-60. Herb. du New-York Bot. Garden.

O.-B. Metcalfe, New Mexico, South end of the Black Range, Kingston, Sierra County, 6.700 ft. Herb. du New-York Bot. Garden.

Cette espèce occupe une aire restreinte dans les Rocheuses méridionales, entre le Sud de l'Idaho et le Nord de l'Arizona et du New Mexico.

TAILLE ET PORT

Pas de renseignements connus.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne diffère pas sensiblement de la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite ou faiblement arquée. La face supérieure est sillonnée seulement jusqu'aux 2/3 environ de sa longueur (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : le plus souvent 20 à 25 mm.
Largeur : 1,5 mm. environ.
Epaisseur : 0,7 mm. environ.

Couleur. — Vert clair, souvent glauque.

Stomates. — 5 à 6 lignes de chaque côé de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex généralement arrondi (fig. 2). Base non ou faiblement tordue (fig. 3).

Insertion. — Toutes les feuilles sont rabattues vers l'avant du rameau, la plupart forment avec ce dernier un angle très aigu (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — Epaisse, elliptique, aviculée. Le bord supérieur est dépourvu de sillon médian dans les sections qui intéressent la moitié supérieure de la feuille. Au contraire le bord inférieur est sinueux, la nervure médiane étant séparée des ailes latérales par deux sillons (fig. 5). Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 1,8 à 2,4.

Epiderme. — Les cellules épidermiques forment des papilles sur tout le pourtour de la section.

Sous-épiderme. — Discontinu, abondant (fig. 5).

Tissu palissadique. — Formé de trois à quatre assises de cellules.

Canaux sécréteurs. — Ne présentent rien de spécial.

Idioblastes. — Nombreux, 2 à 8.

Cylindre central. — Le liber est divisé en 2 plages par deux ou trois files de cellules sclérifiées (fig. 6). On observe deux ou trois fibres entre le bois et l'endoderme. Un paquet de trois à cinq éléments analogues existe au-dessous du liber.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron foncé.

Pubescence. — Bien marquée.

Cicatrices. — Saillantes, losangiques, accompagnées de fortes cannelures (fig. 7).

Anatomie. — Section plus ou moins polygonale, sillonnée (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules épidermiques forment des papilles et portent des poils longs, nombreux.

Ecorce externe. — Formée de une ou deux assises de cellules mortes.

Liège. — Epais, riche en cellules pierreuses.

Ecorce interne. — L'écorce interne est formée de cellules irrégulières. Elle renferme une douzaine environ de canaux sécréteurs.

Liber. — Epais, riche en cristaux d'oxalate de calcium.

Bois. — Il présente des canaux sécréteurs même dans le ramule d'un an.

Moelle. — Etoilée, sclérifiée à la périphérie.

RAMULE AGÉ

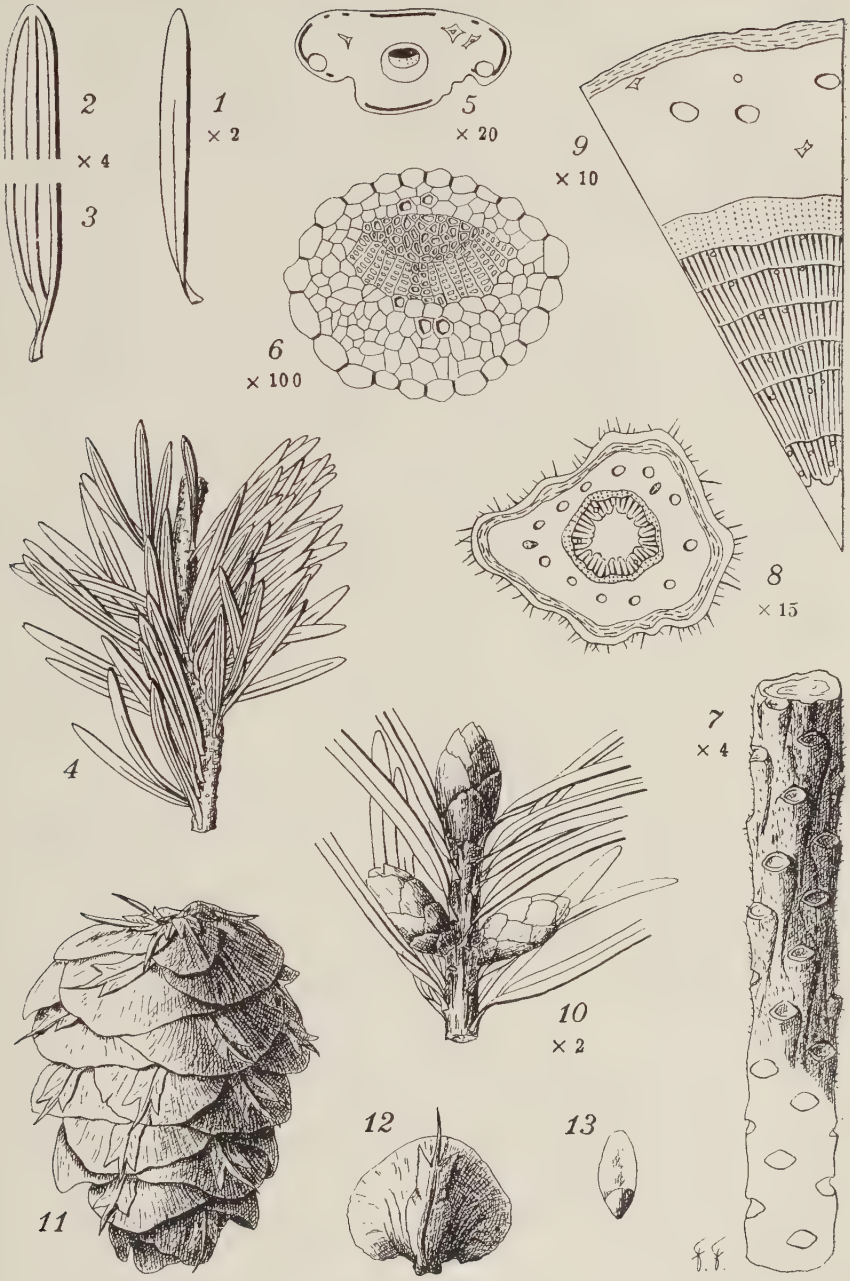
Le ramule âgé possède de nombreux idioblastes dans l'écorce. Le bois d'automne est très riche en canaux sécréteurs (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovoïde (fig. 10).

Ecailles. — Peu nombreuses, de couleur fauve, à bord denté.

Enduit cireux. — Peu abondant.



PSEUDOTSUGA GLOBULOSA

PSEUDOTSUGA GLOBULOSA. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule de 1 an × 15; *9* section de ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.

CONE

Forme. — Ovale globuleux (fig. 11) porté par un court pédoncule couvert de nombreuses écailles.

Dimensions. — Longueur : 3,5 à 5 cm.

Largeur : 3 à 3,5 cm.

Ecailles. — Environ vingt-cinq, presque orbiculaires (fig. 12).

Bractées. — Droites, courtes, élargies dans leur partie médiane puis brusquement rétrécies dans leur moitié distale (fig. 12). La pointe médiane dépasse faiblement l'écaille.

GRAINE

Longueur : 4 mm.; longueur avec l'aile : 12 mm. Aile large, arrondie sur les deux bords externe et interne (fig. 13).

PSEUDOTSUGA GUINIERI Flous.

NOM ET SYNONYMES

PSEUDOTSUGA GUINIERI FLOUS (1934 b), 1 (*cum ic. et mappa*).
Pseudotsuga Guinieri var. parvistrobus Flous (1934 f), 14 (*cum mappa*).
Pseudotsuga mucronata (*in herb.*).
Pseudotsuga taxifolia (*in herb.*).

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

C. Wright, n° 1.885, 1851/52, probably from New Mexico, either from Organ Mts or near Copper Mines. Herb. du New-York Bot. Garden et Herbier Boissier, Lyon.

G.-R. Vasey, June 1881, New Mexico, Santa Magdalena Mts. Herb. du Museum de Paris.

Dr Lamic, Mexique, Chihuahua. Herbier du Museum de Paris (échantillon type).

C.-V. Hartman, n° 348, Déc. 17/1890, Northwestern Mexico. Pine Ridge Pass., 8.200 ft., Sonora. Herb. de l'Arnold Arboretum.

J.-A.-G. Rehn, H.-L. Viereck, 1902, New Mexico, E. slope Thomason cañon, Clondcroft. Herb. du New-York Bot. Garden.

TAILLE ET PORT

Un seul renseignement connu qui indique 12 m. de haut.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne présente pas de différences avec la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, linéaire. La face supérieure est sillonnée jusqu'au sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : de 17 à 25 mm.

Largeur : 1,4 mm. environ.

Epaisseur : 0,6 mm. environ.

Couleur. — Vert jaunâtre.

Stomates. — La face inférieure seule en possède. Ils sont disposés suivant 5 à 7 lignes de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex plus ou moins arrondi (fig. 2). Base faiblement tordue (fig. 3).

Insertion. — Feuilles rabattues vers l'avant du rameau (fig. 4).

Odeur. — Ne présente rien de spécial.

Anatomie. — *Section.* — De forme triangulaire, à bord supérieur convexe présentant un sillon médian étroit (fig. 15). La nervure médiane fait fortement saillie sur la face inférieure. Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 1,8 à 2,2.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme forment des papilles sur tout le pourtour de la section.

Sous-épiderme. — Il est toujours continu, d'une part le long de la face supérieure jusqu'au contact des canaux résinifères, d'autre part, sur la face inférieure, au niveau de la nervure médiane. Une deuxième assise de cellules sclérifiées double le sous-épiderme au niveau du sillon médian. Enfin quelques cellules analogues s'observent isolément, le long du bord supérieur (fig. 5).

Tissu palissadique. — Formé de une ou deux assises.

Canaux sécréteurs. — Les deux canaux ont la place normale, marginale, sur la face inférieure. Ils ne présentent rien de spécial.

Idioblastes. — On observe jusqu'à trois idioblastes dans un grand nombre de sections.

Cylindre central. — Comme dans les autres espèces connues, il est constitué par un faisceau libéro-ligneux (fig. 6). Le liber est divisé en deux plages latérales par deux ou trois rangées de fibres. Il existe quelquefois deux ou trois fibres épaisses entre le bois et l'endoderme et au-dessous du liber.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron grisâtre.

Pubescence. — Bien marquée, les rameaux sont couverts de poils grêles, nombreux (fig. 7).

Cicatrices. — Nombreuses, saillantes. De légères cannelures les accompagnent.

Anatomie. — *Section.* — Circulaire, non sillonnée (fig. 8).

Epiderme. — Formé de cellules à membrane externe cutinisée et en forme de papille. Il porte des poils qui sont les uns unicellulaires ou bicellulaires longs, les autres courts.

Ecorce externe. — Au dessous de l'épiderme, on compte deux à trois assises de cellules mortes en voie d'exfoliation.

Liège. — Formé de cinq à dix assises de cellules et très riche en cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Elle est formée de cellules irrégulières et renferme les canaux sécréteurs. Ceux-ci sont au nombre de douze environ. La plupart sont disposés sur un cercle.

Liber. — Peu épais, riche en cristaux d'oxalate de calcium.

Bois. — Interrompu par un à trois rayons médullaires. Il ne possède pas de canaux résinifères dans les ramules de un an; les canaux sont nombreux dans les ramules de deux ans.

Moelle. — Etoilée, lignifiée à la périphérie.

RAMULE AGÉ

Présente de nombreux idioblastes dans l'écorce. Possède des canaux résinifères dans le bois. Ces canaux sont pour la plupart localisés dans le bois d'automne. Seul, le bois de première année en possède un très grand grand nombre dans toute son épaisseur (fig. 9).

PSEUDOTSUGA GUINIERI

PSEUDOTSUGA GUINIERI. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule jeune × 15; *9* section du ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille face externe × 1; *13* écaille face interne × 1.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde cylindrique (fig. 10).

Ecailles. — Relativement nombreuses, de couleur fauve, à bord clair (fig. 10) .

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde, porté par un pédoncule robuste (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : de 3,5 à 5,5 cm.

Largeur : de 2 à 3,5 cm.

Ecailles. — Une trentaine, losangiques, auriculées, à bord externe denté.

Bractées. — Droites ou courbes ce qui éloigne de l'écaille leur partie médiane et rapproche au contraire les pointes terminales. Extrémité munie de trois pointes dépassant l'écaille. La pointe médiane est aiguë. Les pointes latérales sont mutiques.

GRAINE

Longueur : n'atteint pas 2 mm., longueur avec l'aile : 8 mm. Aile large à bord interne droit et à bord externe arrondi (fig. 13).

PSEUDOTSUGA GUINIERI MEDIOSTROBUS Flous.

NOM ET SYNONYMES

PSEUDOTSUGA GUINIERI var. MEDIOSTROBUS FLOUS (1934 f) 14 (*cum ic. et mappa*).

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

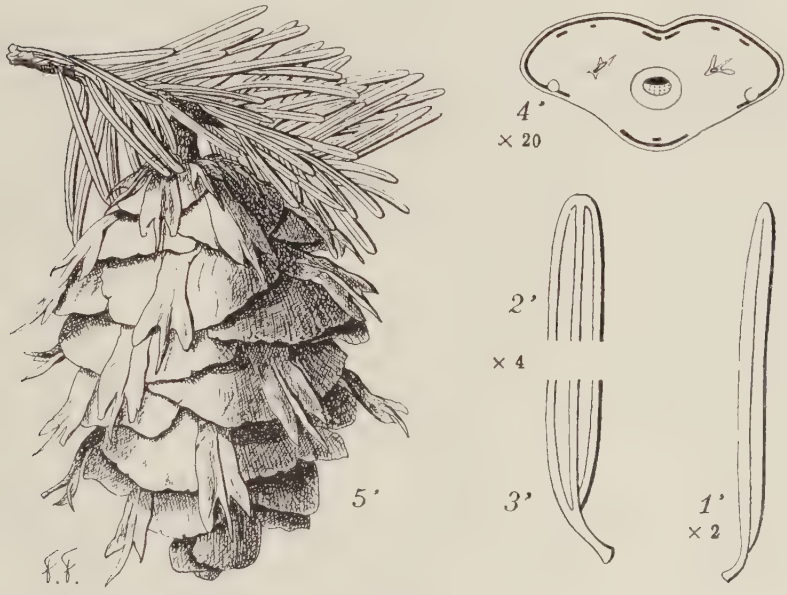
Spontanés : Dr Woodhouse, Oct. 1851, New Mexico, San Francisco Mts. Herb. du New-York Bot. Garden.

?, 2.659, 1901, Arizona, Santa Riteis (?). Herb. du New-York Bot. Garden.

F.-S. Earle, n° 501, May 8/19/1902, Eastern New Mexico, Hind Croft, Sacramento Mts. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub mucronata* (Raf.) Sudw).

O.-B. Metcalfe, n° 313, July 25/1903, New Mexico, Mogollon Mts, on Mogollon creek, 8.000 ft. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub mucronata*).

J.-C. Blumer, Sept. 1906, Arizona, Chiricahua Mountains. 8.000 ft, Barfoot Park. Herb. du New-York Bot. Garden.



PSEUDOTSUGA GUINIERI VAR MEDIOSTROBUS

PSEUDOTSUGA GUINIERI var. MEDIOSTROBUS. — *1'* Feuille de rameau fertile × 2; *2'* face inférieure apex × 4; *3'* face inférieure base × 4; *4'* section de la feuille × 20; *5'* cône × 1.

L.-N. Godding, n° 163, July 9/1909, Arizona, Miller's cañon, Huachuca Mts, North slopes. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

L.-N. Godding, n° 653, July 21/1910, Arizona, Little Colorado Plats, White Mts, Protected places. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub mucronata* (Raf.) Sudw.) et Herb. Delessert.

? Indian valley. Herb. du New-York Botanical Garden (*sub. mucronata* (Raf.) Sarg. = *Abies Douglasii* Lindl.).

S.-A. Moore, S.-A. Steyermark, n° 3.471, July 17/1931, Texas,

Guadalupe Mountains, Culberson County, North slopes of ridge above Mokittrick canyon, 2.200 m. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. taxifolia* (Lamb.) Britt.).

Cette espèce est localisée dans les Rocheuses méridionales et le Nord du Mexique.

CARACTÈRES

A côté de l'espèce *P. Guinieri* définie par les caractères qui viennent d'être indiqués on peut distinguer une variété qui diffère essentiellement par les dimensions du cône. Nous l'avons appelée: *P. Guinieri var. mediostrobus.*

La feuille est plus robuste que dans le type, la longueur du cône peut atteindre 5,5 cm. Les bractées sont plus droites et plus larges. Les écailles sont plus grandes. Il en est de même des graines (fig. 1', 2', 3', 4', 5').

PSEUDOTSUGA JAPONICA (Shirasawa) Beissner.

NOM ET SYNOYNMES

PSEUDOTSUGA JAPONICA BEISSNER (1896), 62; (1902), 53; Von Tubeuf (1897), 82; Sargent (1898), 84; Shirasawa (1899), 21, *cum tabul.;* Mayr (1906), 406; Schelle (1909), 124; Wilson (1916), 52, *cum tabul.;* Pavari (1921), 53; Dallimore et Jackson (1923), 483, *cum ic.;* Silva Tarouca et Schneider (1923), 277, *cum ic.;* Rehder (1927), 37; Fitz Patrick (1929), 204; Beissner et Fitschen (1930), 95; Bailey (1933), 99; Flous (1936 d), 1.

TSUGA JAPONICA SHIRASAWA (1895), 86; Matsumura (1905), 20.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : E.-H. Wilson, n° 7.835, 1914, Japan, Tosa prov., 1.000 m. Herb. de l'Arnold Arboretum.

Cette espèce est localisée au Japon. Henry indique que son aire se limite aux provinces de Tosa, Kii et Yamato.

TAILLE ET PORT

Peut atteindre 23 à 30 m. de haut d'après Wilson. Le même auteur indique que les branches sont peu épaisses, peu nombreuses, étalées horizontalement formant une couronne lâche. Le

tronc est dénudé sur une grande hauteur. Pour SHIRASAWA, le port est conique, le tronc droit et dénudé sur les deux tiers de sa hauteur.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne présente pas de différence avec la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

MORPHOLOGIE. — *Forme.* — Droite, linéaire, non élargie vers la base. La face supérieure présente un sillon marqué jusqu'au sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 20 mm. environ (15 à 25 mm. pour WILSON).

Largeur : 1,5 mm. environ.

Epaisseur : 0,6 mm. environ.

Couleur. — Vert clair, face inférieure blanche pour WILSON.

Stomates. — La face inférieure présente une douzaine de lignes de stomates de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex échancré (fig. 2). Base non ou faiblement tordue (fig. 3).

Insertion. — Feuilles pectinées et rabattues vers l'avant. (fig. 4).

Odeur. — Ne présente rien de spécial.

ANATOMIE. — *Section.* — De forme elliptique, bords latéraux arrondis. Nervure non saillante (fig. 5). Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 2,3 à 3,5.

Epiderme. — Les cellules épidermiques ne forment pas de papilles sur le bord supérieur de la feuille.

Sous-épiderme. — Très discontinu, peu abondant (localisé dans le plan médian pour HENRY).

Tissu palissadique. — Formé de deux ou trois assises.

Parenchyme. — Cellules à membrane sinueuse, sans replis internes profonds.

Canaux sécréteurs. — On observe généralement deux canaux marginaux, de grand diamètre. Cette grande taille des canaux ne se retrouve que dans un seule espèce *Ps. Salvadori.*

Exceptionnellement j'ai observé dans une feuille un petit canal supplémentaire marginal, situé entre le canal normal et le

bord latéral. Dans une autre feuille, l'un des deux canaux normaux n'était pas marginal.

Idioblastes. — Etoilés en section transversale (fig. 5).

Cylindre central. — Limité par un endoderme formé de dix-huit à vingt-deux cellules. Il existe deux ou trois grosses fibres au-dessus du bois et un paquet de fibres semblables au-dessous du liber.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron jaune ou marron vert, clair.

Pubescence. — Nulle.

Cicatrices. — De forme ovale, losangique, saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — De forme à peu près circulaire (fig. 8).

Epiderme. — L'épiderme est dépourvu de poils.

Ecorce externe. — Réduite à une seule assise.

Liège. — Le liège est peu épais et renferme de nombreuses cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Peu épaisse, elle présente de très nombreux idioblastes.

Liber. — Il renferme, surtout vers la périphérie et vers l'intérieur, de nombreux cristaux.

Bois. — Dans les ramules jeunes on n'observe pas de canaux sécréteurs.

Moelle. — Sclérifiée dans une étroite zone périphérique.

RAMULE AGÉ

Le ramule âgé diffère du ramule jeune par la présence d'un plus grand nombre d'idioblastes dans l'écorce. En outre, le bois renferme quelques canaux sécréteurs (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovale pointu (fig. 10).

Ecailles. — De couleur brun rouge, luisantes, à bord entier de même couleur que le reste de l'écaille.

Enduit cireux. — Pas d'enduit cireux ou enduit peu abondant.

PSEUDOTSUGA JAPONICA

PSEUDOTSUGA JAPONICA. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; 2 face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; 7 ramule × 4; *8* section du ramule jeune × 15; *9* section du ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.

CONE

Forme. — Ovoïde globuleux [ou cylindrique-ovoïde pour Wilson] porté par un pédoncule robuste, fortement recourbé et couvert d'un enduit cireux abondant (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : 3,5 à 4,5 cm.

Largeur : 2,5 à 3,5 cm.

Ecailles. — Une vingtaine, aussi hautes que larges, épaisses, bombées, de couleur brune (fig. 12). Contour polygonal.

Bractées. — Courtes, réfléchies. Pointe médiane courte mesurant 2 à 5 mm. dans la région moyenne du cône. Lobes latéraux larges, mutiques, plus ou moins denticulés. Les bractées sont très fragiles.

GRAINE

Longueur : 6 mm. environ; longueur avec l'aile, 13 mm. Aile à bords interne et externe convexes (fig. 13).

PSEUDOTSUGA MACROCARPA (Torrey) Mayr.

NOM ET SYNONYMES

ABIES DOUGLASII MACROCARPA TORREY (1860), (1861), 28.

Abies macrocarpa Vasey.

Pseudotsuga Douglasii macrocarpa Engelm (1880), 120.

PSEUDOTSUGA MACROCARPA MAYR (1890), 278; Coville (1893), 223; Lemmon (1898), 134; Schelle (1909), 124; Pavari (1921), 50; Dallimore et Jackson (1923), 483, *cum ic.;* Silva Tarouca et Schneider (1923), 277; Fitz Patrick (1929), 203; Bailey (1933), 98; Flous (1934 f), 16, *cum mappa;* Chamberlain (1935), 218, *cum ic.*

Tsuga macrocarpa Lemmon (1879), 75.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Arboretum : Les Barres; Vilmorin-Verrières.

Cette espèce est signalée comme ayant une aire restreinte au Sud de la Californie.

TAILLE ET PORT

Arbre atteignant 12 à 25 m. de haut. Port régulier, ramifications à angle droit.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Légèrement falquée, plus large vers la base que dans la région médiane (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 25 à 45 mm.

Largeur : 2,2 mm. environ dans la région médiane.

Epaisseur : 0,5 mm. environ.

Couleur. — Vert pur, brillant.

Stomates. — La face inférieure présente cinq ou six rangées de stomates de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex aigu, mucroné (fig. 2).

Base tordue entre 50 et 100 G. (fig. 3).

Insertion. — Feuilles latérales pectinées et légèrement rabattues vers l'avant. Feuilles supérieures très rabattues vers l'avant (fig. 4).

Odeur. — Ne présente rien de spécial.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique, ailes latérales aiguës et légèrement tournées vers le bas. Face supérieure très faiblement sillonnée. Nervure à peine marquée. Rapport de la largeur à l'épaisseur voisin de quatre (fig. 5).

Epiderme. — Les cellules épidermiques forment des papilles sur tout le pourtour de la section.

Sous-épiderme. — Abondant mais discontinu (fig. 5).

Tissu palissadique. — Formé de deux ou trois assises de cellules.

Parenchyme lacuneux. — Les membranes présentent de nombreux méats et un grand nombre de replis internes.

Canaux sécréteurs. — Les canaux ont un diamètre réduit. Ils sont limités par deux assises de cellules protectrices.

Idioblastes. — Très rares.

Cylindre central. — Le liber est plus ou moins nettement divisé en deux plages latérales. On observe deux ou trois grosses fibres sclérifiées entre le bois et l'endoderme (fig. 6).

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

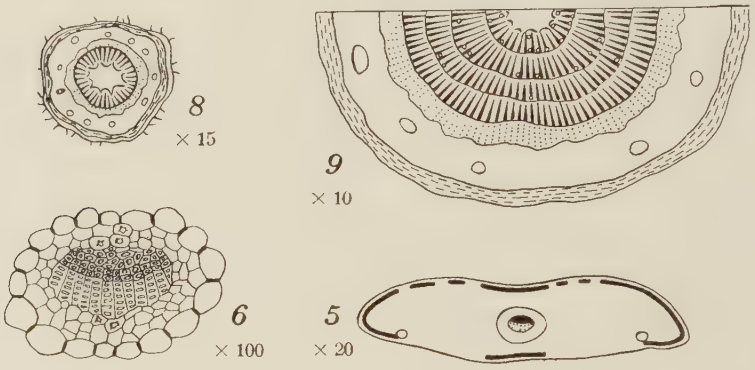
Pas de renseignements.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron rouge.

Pubescence. — Bien marquée sur les ramules de un et deux ans (fig. 7).

Cicatrices. — De forme losangique, saillantes et accompagnées de cannelures.



PSEUDOTSUGA MACROCARPA

Anatomie. — *Section.* — A peu près circulaire, non sillonnée (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme portent des poils courts, robustes.

Ecorce externe. — Elle est réduite à une assise de cellules.

Liège. — Le liège est formé de trois ou quatre assises de cellules. Il présente vers l'extérieur des cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Elle présente de grandes lacunes et une douzaine de canaux sécréteurs.

Liber. — Le liber est épais et renferme de très nombreux cristaux.

TABLEAU DES FIGURES (Légende)

PSEUDOTSUGA MACROCARPA. — *1* Feuille de rameau stérile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 10; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du rameau jeune × 15; *9* section du ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.

PSEUDOTSUGA MACROCARPA

Bois. — Le bois des ramules de un an est dépourvu de canaux résinifères. Ceux-ci apparaissent dès la deuxième année.

Moelle. — Elle est sclérifiée à la périphérie.

RAMULE AGÉ

Les ramules âgés présentent de nombreux canaux résinifères dans le bois. Ceux-ci sont localisés dans le bois d'automne dès la deuxième année (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovoïde pointu (fig. 10).

Ecailles. — Grandes, fauves, à bord peu frangé.

Enduit cireux. — Assez abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde cylindrique (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : 10 à 18 cm.

Largeur : 5 à 7 cm.

Ecailles. — Nombreuses (50 à 70), grandes, épaisses, peu convexes, losangiques arrondies, auriculées. Face externe finement striée.

Bractées. — Grandes, droites ou légèrement réfléchies dans leur partie médiane. Pointe médiane environ deux fois plus longue que les lobes latéraux. Ceux-ci sont très aigus, denticulés sur les bords (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 11 mm. environ; longueur avec l'aile 23 mm. Aile large à bord interne légèrement courbe, à bord externe très convexe (fig. 13).

PSEUDOTSUGA MACROLEPIS Flous.

NOM ET SYNONYMES

(?) *Abies Douglasii var. taxifolia* Loudon (1838), 1033.
(?) *Abies Douglasii var. mexicana* Hartweg (1858).
(?) *Abies Drummondii* Hort. *in* Gordon (1880), 25.
(?) *Abies taxifolia* Drummond (1858).
— *Non* Desfontaines.

(?) *Pinus Douglasii var. brevibracteata* Antoine (1840), 84, *cum tab. Pseudotsuga Douglasii* (*in* herb.).

Pseudotsuga Douglasii var. brevibracteata Hort.; Bailey (1933), 98.

(?) *Pseudotsuga Douglasii var. taxifolia* Carrière (1857), 258; Schelle (1909), 123.

PSEUDOTSUGA MACROLEPIS Flous (1934 b), 9 (*cum ic.*), (1934 f), 18 (*cum mappa*).

(?) *Pseudotsuga taxifolia var. brevibracteata* Ascherson et Graebner (1913), 287; Beissner et Fitschen (1930), 88.

(?) *Pseudotsuga taxifolia subsp. mucronata var. brevibracteata* Schwerin (1922), 60.

(?) *Tsuga Douglasii var. taxifolia* Carrière (1855), 33.

(?) *Tsuga Lindleyana* Roezl *ap.* Gordon (1880), 25.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : C. Ehrenberg, Avril 1839. Herbier du Museum de Paris.

Hartweg, n° 439, 1840, Mexico circa Moran, Ex. Herb. Musei Britannici. Herb. du New-York Bot. Garden (*sub. Douglasii* Carr.).

Id. Herbier de Genève et Herbier du Museum de Paris.

J. W. Tourney, July 25/1844, Arizona Chiricahua Mts. Herb. du New York Bot. Garden (*sub Douglasii* Carr.).

Ed. Palmer, Feb.-Oct. 1880, Mexique, States of Coahuila and Nuevo Leon. Herb. de l'Arnold Arboretum.

E. W. Nelson, n° 4912, sept. 1898, Mexico collected in the Sierra Madre, State of Chihuahua, Mt Mohinora 4080 ft. Herb. de l'Arnold Arboretum.

J. N. Rose, n° 4439, June 1899, Mexico, Mts near Pachuca. Herb. de l'Arnold Arboretum.

J. N. Rose, W. Hough, n° 4454, June 1/1899, Mts near Pachuca, Mexico. Herb. du New York Bot. Garden.

? n° 7950, Texas, Chisos Mts. Herb. de l'Arnold Arboretum.

Cette espèce possède l'aire la plus méridionale, à l'extrême sud des Rocheuses et vers le Centre du Mexique.

TAILLE ET PORT

Pas de renseignements connus.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne diffère pas sensiblement de la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite. La face supérieure est sillonnée jusqu'au sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 15 à 25 mm.

Largeur : 1,5 à 1,9 mm.

Epaisseur : 0,5 mm. environ.

Couleur. — Vert sombre, glauque sur la face inférieure.

Stomates. — Très nombreux formant 6 à 12 lignes blanches de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex variable, le plus souvent pointu, quelquefois arrondi (fig. 2).

Base plus ou moins tordue (fig. 3).

Insertion. — Feuilles latérales pectinées, feuilles supérieures rabattues vers l'avant du rameau (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. La face supérieure présente un léger sillon médian. La nervure est peu marquée sur la face inférieure (fig. 5). Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 2,8 à 3,6.

Epiderme. — Il n'est papilleux que sur la face inférieure.

Sous-épiderme. — Toujours abondant mais discontinu et rarement doublé par places (fig. 5).

Tissu palissadique. — Formé de deux ou trois assises.

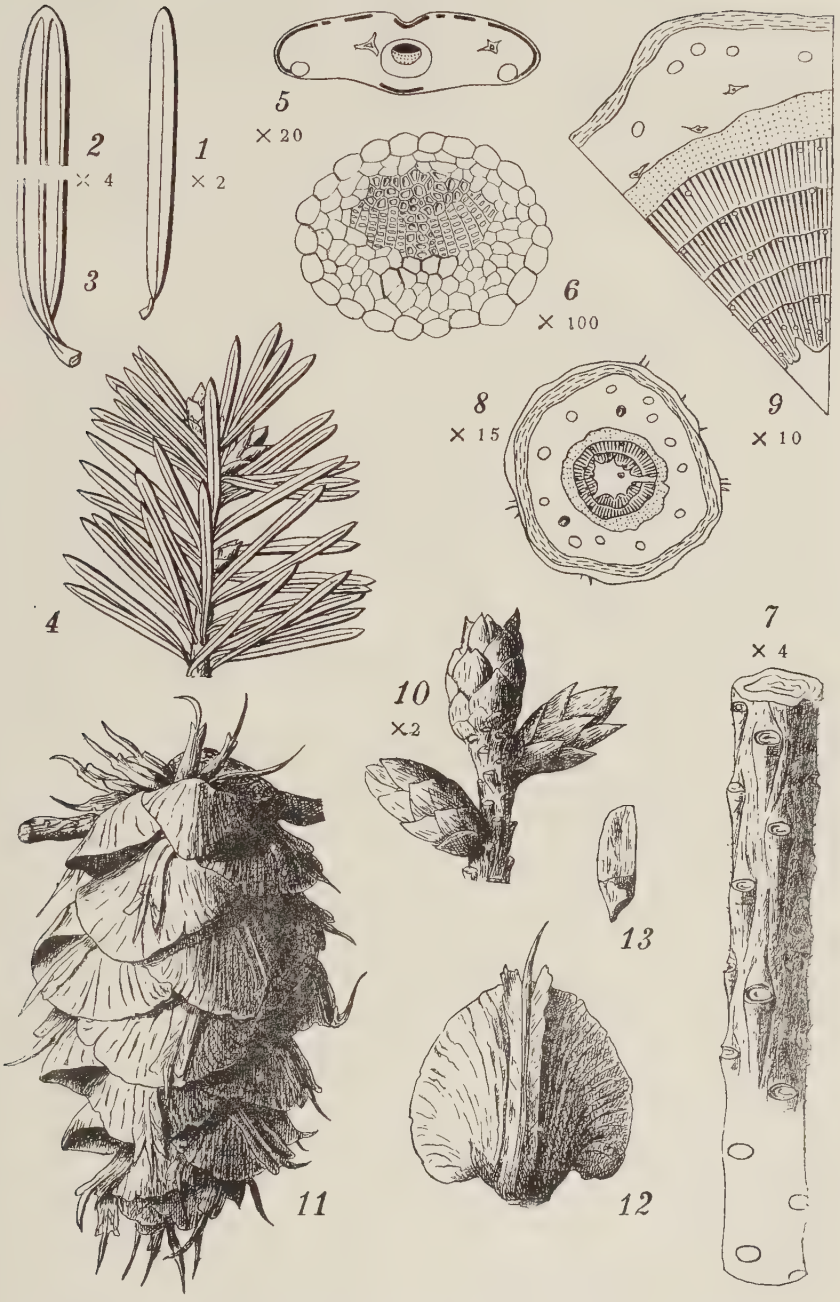
Canaux sécréteurs. — Ils ne présentent rien de spécial.

Idioblastes. — Ils sont généralement nombreux et très gros.

Cylindre central. — Présente la structure normale constituée par un faisceau libéro-ligneux. Les fibres sont peu nombreuses. Le liber est sclérifié suivant le plan médian (fig. 6). On observe quelquefois une grosse fibre entre le bois et l'endoderme.

TABLEAU DES FIGURES (Légende).

PSEUDOTSUGA MACROLEPIS. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; *2* face inférieure base × 4; *3* face inférieure apex × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule jeune × 15; *9* section du ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.



PSEUDOTSUGA MACROLEPIS

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron foncé.

Pubescence. — Plus ou moins forte.

Cicatrices. — Saillantes et accompagnées de cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire, légèrement sillonnée (fig. 8).

Epiderme. — Il porte des poils courts, unicellulaires.

Ecorce externe. — Plus ou moins subérifiée.

Liège. — Epais et renfermant un grand nombre de cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Renferme huit à douze canaux sécréteurs dans les ramules de deux ans étudiés.

Liber. — Epais, très riche en cristaux d'oxalate de calcium.

Bois. — Interrompu par un ou deux grands rayons médullaires. Le bois d'automne des deux années renferme de nombreux et gros canaux résinifères.

Moelle. — Plus ou moins sclérifiée à la périphérie. Elle renferme souvent 1 à 3 idioblastes.

RAMULE AGÉ

Présente de grosses fibres éparses dans la région périphérique et de nombreux canaux résinifères dans le bois d'automne (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovoïde allongé.

Ecailles. — Peu nombreuses (fig. 10).

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde porté par un mince pédoncule (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : 4,5 à 6 cm.
Largeur : 3 à 3,5 cm.

Ecailles. — Une vingtaine, irrégulières, les supérieures très grosses (fig. 12).

Bractées. — Droites, appliquées contre les écailles et terminées

par trois pointes. La pointe médiane est aiguë et dépasse l'écaille; les pointes latérales sont courtes et souvent mutiques.

GRAINE

Longueur : 5 mm. Longueur avec l'aile : 15 mm. Aile étroite : 4 mm. quadrangulaire, à bord interne droit (fig. 13).

PSEUDOTSUGA MERRILLI Flous.

NOM ET SYNONYMES

Pseudotsuga Douglasii (*in herb.*).
PSEUDOTSUGA MERRILLI FLOUS (1934 f), 8 (*cum ic. et mappa*).
Pseudotsuga mucronata (*in herb.*).
Pseudotsuga taxifolia (*in herb.*).

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Watson, n° 1218 (?), July 1869, Utah, U. S. Geological exploration of the 40 th. parallel. 7000 ft., Herb. du New York Botanical Garden (*sub. mucronata, Abies Douglasii* Lindl.).

S. H. Sandberg, n° 629, July 12/1892, Idaho. Woods, Farmington Landing, Lake Cœur d'Alene. Herb. du New York Bot. Garden.

R. S. Williams, May 20/1894, Columbia Falls, Herb. du New York Bot. Garden (*sub. mucronata* Sudw. = *Douglasii* Carr.).

W. C. Knight, n° 1208, Apr. 1895, Wyoming, Laramie Hills. Herb. du New York Bot. Garden (*sub. mucronata* (Raf.) Sudw, *Douglasii* Carr.). (Echantillon type.)

— n° 1351, July 24/1895, Northern Idaho, Region of the Cœur d'Alene mountains. 2.100 m. Herb. du New York Bot. Garden (*sub mucronata* (Raf.) Sudw.).

A. D. E. Elmer, n° 353, 5/23/1896, Idaho, Latah County. Herb. du New York Bot. Garden (*sub mucronata* (Raf.) Sud, *taxifolia* Britt.).

?, n° 30, Aug. 1896, Idaho, collected about forest, Nez perces County, 3.500 ft. Herb. du New York Bot. Garden.

H. E. Brown, Aug. 1896, Idaho, Forest, Nez perces County, 3000 ft., Herb. du Museum de Paris.

E. P. Sheldon, n° 8110, May 20/1897, Oregon, Side of Mt Wilson, Wallowa Co., 4200 ft., Herb. de l'Arnold Arboretum et du New York Bot. Garden.

?, n° 4812, July 26/1897, Colorado, Ouray. Herb. du New York Bot. Garden.

E. P. Sheldon, n° 9114, Oct. 13/1897, Oregon, Lily white mine, Union Co., 5535 ft., Herb. du New York Bot. Garden.

A. and E. Nelson, n° 6002, July 19/1899, Yellowstone National Park, Scattering along the Gardiner River. Herb. du New York Bot. Garden (*sub. taxifolia, mucronata*).

?, July 1899, Wyoming, Bigttom Mts, Sheridan Co., 6000-7000 ft... Herb. du New York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

S. G. Stokes, June 8/1901, Parleys' cañon, Wahsatch Mts. Herb. du New York Bot. Garden (*sub. Abies concolor* Lindl, *Ps. mucronata*).

D. T. Mc Dougal, n° 157, June 1901, N.W. Montana, Old Sentinal mountain, near Missoula. Herb. du New York Bot. Garden.

Mrs E. W. Scheuber, n° 279, 1901, Montana, Garnet. Herb. du New York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

B. T. Butler, n° 733, 6/23/1908, Montana, Helena, Mt Ascension. Herb. du New York Bot. Garden.

B. T. Butler, n° 724, 7/1/1908, Montana, Helena-Blue Mts. Herb. du New York Bot. Garden.

B. T. Butler, 1/13/1909, Tobacco Mts, Montana. Herb. du New York Bot. Garden.

J. G. Jack, n° 2460, sept. 1921, Montana, St Mary Lake, glacier National Park 4600 ft. Herb. de l'Arnold-Arboretum.

Ward, ?, Utah. Herb. de l'Arnold Arboretum.

Cette espèce est localisée dans les Rocheuses septentrionales. Sa limite paraît être, au sud, l'extrême Nord de l'Utah et du Colorado.

TAILLE ET PORT

Pas de renseignements connus.

TABLEAU DES FIGURES (Légende)

PSEUDOTSUGA MERRILLI. — *1* Feuille de rameau stérile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule de 3 ans × 15; *9* section de ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.

PSEUDOTSUGA MERRILLI

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne présente pas de différences avec la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Arquée. La face supérieure est sillonnée jusqu'à 3 ou 4 mm. du sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : le plus souvent 17 à 25 mm. Exceptionnellement 30 et 35 mm.

Largeur : 1,5 mm. en moyenne.

Epaisseur : 0,9 mm. environ.

Couleur. — Vert clair.

Stomates. — On en compte 4 à 6 lignes de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex le plus souvent en pointe atténuée (fig. 2). Base souvent tordue. La torsion atteint rarement 100 grades (fig. 3).

Insertion. — Feuilles en brosse (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — Epaisse, elliptique aviculée. Ailes épaisses et nervure médiane saillante. Bord supérieur non ou faiblement sillonné au milieu (fig. 5). Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 1,5 à 2,1.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme forment des papilles sur tout le pourtour de la section.

Sous-épiderme. — Très discontinu et souvent peu abondant.

Tissu palissadique. — Formé de trois ou quatre assises de cellules peu distinctes du reste du parenchyme. Les membranes sont dépourvues de replis internes.

Canaux sécréteurs. — Ne présentent rien de spécial.

Idioblastes. — Rarement absents.

Cylindre central. — Le liber est divisé en deux parties par une ou deux files de cellules sclérifiées. Une à trois grosses fibres s'observent au dessus du bois et au dessous du liber.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair.

Pubescence. — Le plus souvent nulle (fig. 7). Rarement quelques poils courts.

Cicatrices. — Peu saillantes, accompagnées de faibles cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — De forme pentagonale (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules épidermiques forment des papilles et portent des poils unicellulaires.

Ecorce externe. — Elle est formée de une ou deux assises de cellules.

Liège. — Le liège possède de nombreuses cellules pierreuses.

Ecorce interne. — L'écorce interne est constituée par une zone périphérique serrée et par une zone lacuneuse plus épaisse qui renferme les nombreux canaux résinifères.

Liber. — Le liber ne présente rien de spécial.

Bois. — Les ramules de deux ans renferment de nombreux canaux résinifères dans le bois.

Moelle. — La moelle est sclérifiée à la périphérie.

RAMULE AGÉ

Le ramule âgé présente de nombreux canaux résinifères dans toute l'épaisseur du bois de première année et dans le bois d'automme des années suivantes (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovale peu pointu. Ecailles peu nombreuses, de couleur jaune à bord clair non lacinié (fig. 10).

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovale pointu porté par un court pédoncule couvert de nombreuses écailles membraneuses (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : 6 à 7 cm.

Largeur : 3,5 à 4 cm.

Ecailles. — 25 à 30 de grandes dimensions. Elles sont bombées, auriculées et striées (fig. 12).

Bractées. — Droites, appliquées contre les écailles ou faiblement distantes. Elles sont étroites, retrécies en leur milieu, à bord denté. Pointes latérales aiguës. Pointe médiane courte, deux à trois fois plus longue que les pointes latérales (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 5 à 6 mm.; longueur avec l'aile : 15 mm. en moyenne. Aile étroite brusquement retrécie dans sa moitié supérieure (fig. 13).

PSEUDOTSUGA REHDERI Flous.

NOM ET SYNONYMES

Pseudotsuga mucronata (*in herb.*).
PSEUDOTSUGA REHDERI FLOUS (1934 f), 10 (*cum ic. et mappa*).
Pseudotsuga taxifolia (*in herb.*).

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : A. Fendler, n° 829, 1847. Plantae novo. Mexicanae. Herbier du Museum de Paris.

Dr E. A. Mearus, July 26/1887, Arizona, Baker's Butte Mogollon Mts. Herb. du New York Bot. Garden (*sub. taxifolia* Lamb.).

?, Feb. 1893, Arizona, Ft. Apache. Herb. du New York Bot. Garden (*sub. mucronata, taxifolia*).

E. N. Plank, sept. 11/1895, New Mexico, Plants of Las Vegas. Herb. du New York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

C. L. Shear, n° 3594, July 1896, Placer (?) Colorado. Herb. du New York Bot. Garden.

E. Gert. Heller, n° 3610, May 29/1897, New Mexico, Cañon four miles east of Santa Fé. Herb. du New York Bot. Garden (*sub mucronata, taxifolia*) et Herb. Barbey-Boissier.

C. L. Schear, n° 4270, sept. 3/1898, State Bridge, Grand Rio Colorado. Herb. du New York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

C. F. Baker, Aug. 26/1899, Southern Colorado, near Pagosa Peak, 9500 ft. (Herb. du New York Bot. Garden (*sub. taxifolia, mucronata*), et Herb. Delessert.

P. A. Rydberg, F. K. Vreeland, n° 6580, May 1/1900, Southern Colorado, South Cheyenne Canyon, Colorado Springs, 1800-2000 m. Herb. du New York Bot. Garden.

C. L. Shear, n° 4228, April 14/1901, Santa Rita Mts., Arizona. Herb. du New York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

?, May 17/1902, Utah, High mountains, Pine Valley Mountain. Herb. du New York Bot. Garden et Herb. Delessert.

Paul C. Stanley, n° 4175, July 4/1908, New Mexico, Winsaris Ranch, Pecos River National forest, 8400 ft. Herb. du New York Bot. Garden.

W. W. Eggleston, n° 6618, April 18-May 25/1911, New Mexico, Pinon belt, Pass southeast of Tierra Amarilla, Ris Arriba County. Herb. du New York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

A. Rehder, n° 386, 8/21/1916, New Mexico, Clondcroft, Sacramento Mts. Herb. de l'Arnold Arboretum (*sub. taxifolia*).

J. Wetherill, 1922, Arizona, Vicinity of Kayenta. Herb. du New York Bot. Garden (*sub. mucronata*).

?, n° 38.057, July 26/1930, Utah, Rocky slopes, Timpaganos Cañon. Herb. du New York Bot. Garden.

S. Delano Mc Kelvey, n° 2388, May 28/1931, New Mexico, Rala Flechado Hill, in Sangre de Christo Mts. Herb. de l'Arnold Arboretum (*sub. taxifolia*). (Echantillon type.)

C. C. Parry, H. D. Bigelow... etc., Mexique Valley of the Rio Grande, below Donana. Herb. du New York Bot. Garden.

?, n° 4263, New Mexico, Pecos River National forest. Winsaro Ranch. Herb. du New York Bot Garden.

Cette espèce est localisée dans les Rocheuses méridionales et au Mexique.

TAILLE ET PORT

Pas de renseignements connus.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Elle ne diffère de la feuille fertile que par une disposition plus distique.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, linéaire. La face supérieure est sillonnée jusqu'au sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 25 à 37 mm.

Largeur : 1,5 à 1,9 mm.

Epaisseur : 0,7 mm. environ.

Couleur. — Vert clair.

Stomates. — 3 à 5 lignes de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex le plus souvent pointu. Base droite ou tordue de 50 à 100 grades.

Insertion. — Feuilles latérales subdistiques ou légèrement rabattues vers l'avant. Feuilles supérieures rabattues.

Odeur. — Ne présente rien de spécial.

Anatomie. — *Section.* — Epaisse, de forme elliptique plus ou moins triangulaire. Le bord supérieur présente un sillon peu profond. La nervure médiane est saillante. Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 1,8 à 2,5.

Epiderme. — Il forme des papilles sur tout le pourtour de la section.

Sous-épiderme. — Très discontinu (fig. 5).

Tissu palissadique. — Il est formé de trois ou quatre assises de cellules à membranes ponctuées, dépourvues de méats et de replis internes.

Canaux sécréteurs. — Ne présentent rien de spécial.

Idioblastes. — On en compte généralement un ou deux.

Cylindre central. — Le liber est légèrement sclérifié dans le plan médian. On observe trois à cinq fibres sclérifiées entre le bois et l'endoderme. Des éléments analogues existent au dessous du liber (fig. 6).

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair.

Pubescence. — Très marquée. Les poils sont courts et robustes.

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — De forme pentagonale arrondie (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules épidermiques portent de longs poils unicellulaires.

Ecorce externe. — L'écorce externe est très réduite. Une seule assise de cellules sépare l'épiderme du liège.

TABLEAU DES FIGURES (Légende).

PSEUDOTSUGA REHDERI. — *1* Feuille de rameau stérile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule de 2 ans × 15; *9* section de ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.

PSEUDOTSUGA REHDERI

Liège. — Le liège ne présente rien de spécial. On y observe des cellules pierreuses.

Ecorce interne. — L'écorce interne, épaisse, renferme un grand nombre de canaux disposés sur plusieurs cercles.

Liber. — Le liber est épais et très riche en cristaux d'oxalate.

Bois. — Le bois présente de nombreux et gros canaux résinifères.

Moelle. — La moelle est fortement sclérifiée à la périphérie.

RAMULE AGÉ

Dans les ramules âgés les canaux résinifères sont très nombreux (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovale peu pointu (fig. 10).

Ecailles. — Peu nombreuses, de couleur fauve, à bord clair lacinié (fig. 10).

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovale, porté par un court pédoncule (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : 6 à 7,5 cm.
Largeur : 3 à 3,5 cm.

Ecailles. — 25 à 30, bombées, auriculées. Bord des ailes plus clair que le reste de l'écaille (fig. 12).

Bractées. — Droites, étroites, rétrécies vers le milieu, à bord denté. Pointe médiane trois à six fois plus longue que les pointes latérales. Celles-ci sont aiguës (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 5 à 7 mm. Longueur avec l'aile : 10 à 15 mm. pour la partie moyenne des cônes. Aile élargie vers sa base (fig. 13).

PSEUDOTSUGA SALVADORI Flous.

NOM ET SYNONYMES

Pseudotsuga japonica auct. nonnul. quoad specim. formosan.
PSEUDOTSUGA SALVADORI FLOUS (1936 d), 40 (*cum ic.*).

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Formosa. Ex Government Herbarium of Formosa. Japan. Depart. of Forestry. Government Research Institute. Kochi-Ken, Forest station of Kochi. Herb. de l'Arnold Arboretum (*sub. japonica* Sargent) (Echantillon type).

Cette espèce paraît localisée à Formose.

TAILLE ET PORT

Pas de renseignements connus.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne présente pas de différence par rapport à la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, linéaire (fig. 1). La face supérieure présente un sillon marqué jusqu'au sommet.

Dimensions. — Longueur : 20 mm. environ.
Largeur : 1,5 mm. environ.
Epaisseur : 0,6 mm.

Couleur. — Vert clair sur l'échantillon sec étudié.

Stomates. — La face inférieure présente 10 à 15 lignes de stomates de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex large, échancré (fig. 2).
Base : non tordue, large (fig. 3).

Insertion. — Feuilles pectinées et rabattues vers l'avant (fig. 4).

Odeur. — Ne présente rien de spécial.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique à bords latéraux très arrondis et épais (fig. 5). Rapport de la largeur à l'épaisseur voisin de 2,5.

Epiderme. — Les cellules épidermiques ne forment pas de papilles sur le bord supérieur de la section.

Sous-épiderme. — Très abondant, à peine discontinu le long du bord supérieur de la feuille (fig. 5).

Tissu palissadique. — Formé de deux assises de cellules.

Parenchyme. — Cellules à membranes sinueuses présentant de nombreux méats. Replis internes peu profonds.

Canaux sécréteurs. — Les canaux ont la place normale contre l'épiderme, près des bords latéraux. Leur diamètre est grand et peut atteindre 0,13 mm. (fig. 5).

Idioblastes. — Très nombreux on en compte jusqu'à huit dans une section. Ils sont étoilés, à branches à peu près égales (fig. 5).

Cylindre central. — Limité par un endoderme de vingt cellules en moyenne. Il existe un paquet de fibres au dessous du liber et un autre au dessus du bois (fig. 6).

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair, jaunâtre.

Pubescence. — Nulle (fig. 7).

Cicatrices. — Losangiques-elliptiques, accompagnées de cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire (fig. 8).

Epiderme. — Il est formé de cellules à membrane externe fortement épaissie.

Ecorce externe. — Elle est représentée par une à trois assises de cellules plus ou moins subérifiées.

Liège. — Très réduit.

Ecorce interne. — Elle est en grande partie lacuneuse. Les canaux résinifères sont nombreux. On observe quelques petits idioblastes.

Liber. — Peu épais, il renferme de nombreux cristaux.

Bois. — Dans les ramules de un an il est dépourvu de canaux sécréteurs.

Moelle. — Sclérifiée à la périphérie sur une étroite zone continue. Au centre quelques cellules éparses sont sclérifiées aussi.

PSEUDOTSUGA SALVADORI

PSEUDOTSUGA SALVADORI. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le ramule × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule de 2 ans 10; *9* section du ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille vue sur les deux faces × 1; *13* graine × 1.

RAMULE AGÉ

Il renferme dans l'écorce interne de nombreux sclérites très ramifiés.

Dès l'âge de trois ans les canaux sécréteurs sont nombreux dans le bois d'automne (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovoïde pointu (fig. 10).

Ecailles. — De couleur brun rouge, luisantes.

Enduit cireux. — Absent.

CONE

Forme. — Ovoïde étroit (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : 4 cm. environ.
Largeur : 2,5 cm.

Ecailles. — Plus larges que hautes, à bord externe arrondi (fig. 12).

Bractées. — Réfléchies. Pointe médiane longue, particulièrement pour les bractées voisines du pédoncule; sa longueur varie de 4 à 10 mm. (fig. 11 et 12).

GRAINE

Longueur : 8 mm.; longueur avec l'aile : 16 mm. Aile large dans sa moitié inférieure (fig. 13).

PSEUDOTSUGA SINENSIS Dode.

NOM ET SYNONYMES

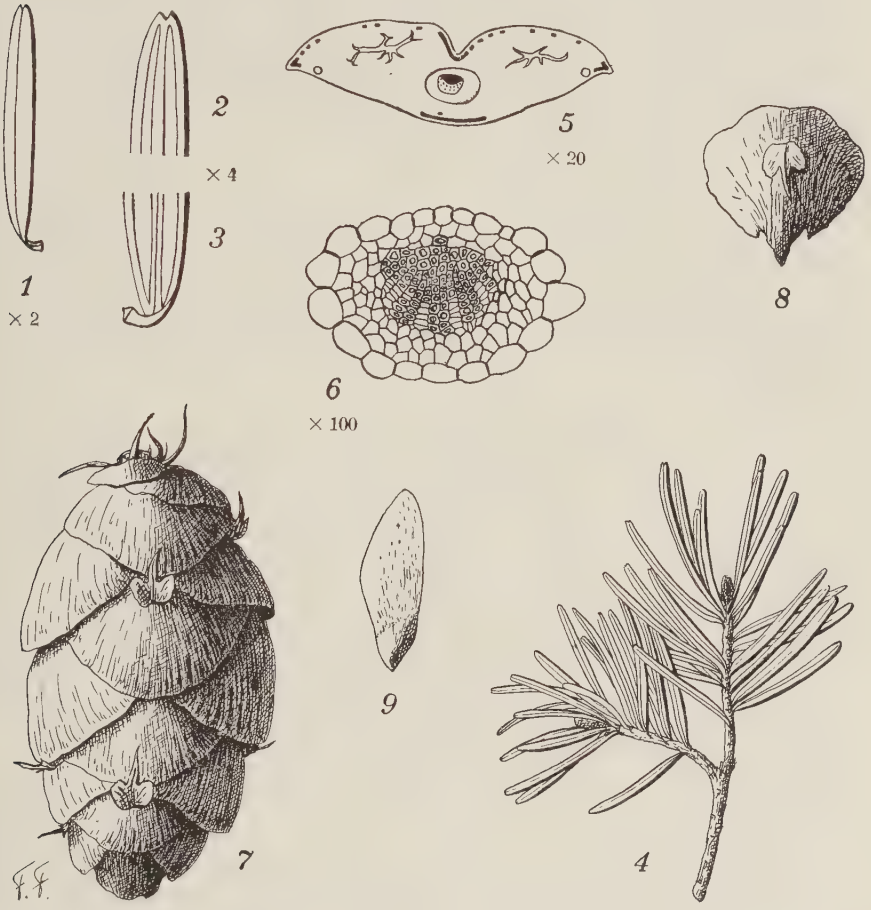
PSEUDOTSUGA SINENSIS DODE (1912), 58; Craib (1919), 189, *cum ic.;* Pavari (1921), 53; Dallimore et Jackson (1923), 486; Silva Tarouca et Schneider (1923), 477; Rehder (1927), 37; Fitz Patrick (1929), 204; Beissner et Fitschen (1930), 96; Bailey (1933), 99; Flous (1936 d), 1.

— *non cf. Ps. Gausseni.*

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : R. P. Maire, Yunnan, Tché-hai, Tong-tchouan, 2500 m. Herb. du Museum de Paris.

Cette espèce paraît localisée au Yunnan.



PSEUDOTSUGA SINENSIS

PSEUDOTSUGA SINENSIS. — *1* Feuille de rameau stérile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1 (d'après Craib); *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* cône × 1; *9* écaille × 1; *10* graine × 1.

TAILLE ET PORT

Cette espèce est signalée par R. P. Maire comme formant de grands arbres.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Linéaire, droite ou légèrement falquée. La face supérieure présente un sillon profond sur toute la longueur (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 15 à 20 mm. d'après Dode.

Largeur : 1,5 à 2 mm.

Epaisseur : 0,6 mm. environ.

Couleur. — Pas de renseignements.

Stomates. — La face inférieure présente 10 à 15 lignes de stomates de chaque côté de la nervure médiane (7 à 8 lignes d'après Henry).

Extrémités. — Apex échancré (fig. 2). Base tordue entre 50 et 100 grades (fig. 3).

Insertion. — Pectinée d'après Henry.

Odeur. — Ne présente rien de spécial.

Anatomie. — Section. — De forme elliptique aviculaire à ailes très aiguës. Le bord inférieur est convexe; le bord supérieur présente un sillon médian très profond (fig. 4). Rapport de la largeur à l'épaisseur voisin de 3,2.

Epiderme. — Formé de cellules irrégulières à membranes épaisses. Il est dépourvu de papilles sur le bord supérieur de la feuille.

Sous-épiderme. — Très réduit. Les fibres sont isolées ou par petits groupes (fig. 4). (Henry indique un sous épiderme presque continu).

Tissu palissadique. — Formé de deux assises de cellules à membranes ondulées.

Parenchyme lacuneux. — Les cellules ont des membranes très sinueuses à nombreux méats et à replis internes profonds.

Canaux sécréteurs. — Ils ont la place normale contre l'épiderme. Leur diamètre est faible (fig. 4).

Idioblastes. — Ils sont très ramifiés, à branches fines, bifurquées (fig. 4).

Cylindre central. — Limité par un endoderme formé d'une vingtaine de cellules. Le liber est très sclérifié dans le plan médian. On observe en général une grosse fibre au dessus du bois (fig. 5).

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Ramule de l'année plus ou moins brunâtre et ramule âgé grisâtre d'après Dode.

Pubescence. — Abondante sur les ramules de l'année, nulle sur les ramules âgés (Dode).

Cicatrices. — Accompagnées de coussinets assez saillants (Dode).

Anatomie. — Pas de renseignements.

BOURGEON

Dode indique le caractère glabre ou glabrescent des écailles.

CONE

Forme. — Ovoïde (fig. 6). Dode indique la présence, à la base du cône, de petites feuilles longues d'environ 10 mm.

Dimensions. — Longueur : 6 cm.

Largeur : 3 cm.

Ecailles. — Une vingtaine, grandes, à contour triangulaire arrondi (fig. 7).

Bractées. — Dode les indique : réfléchies, à pointe longue de 3 à 8 mm. et plus, avec deux lobes latéraux plus ou moins aigus, longs de 2 à 4 mm. (ces lobes latéraux parfois denticulés, rarement lobulés) (fig. 9).

GRAINE

Longueur : 6 mm.; longueur avec l'aile : 25 mm. Aile large, arrondie ou légèrement en ogive au sommet (fig. 9), striée de brun (Dode).

PSEUDOTSUGA VANCOUVERENSIS Flous.

NOM ET SYNONYMES

Pseudotsuga mucronata (*in herb.*).

(?) *Pseudotsuga taxifolia* Carrière (1857), 258.

PSEUDOTSUGA VANCOUVERENSIS FLOUS (1934 f), 12 (*cum ic. et mappa*).

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés :

E. W. Hammond, n° 356, April 28/1892, Wimer, Oregon. Herb. du New York Bot. Garden (*sub mucronata, taxifolia*).

?, n° 2034, June 1902, Vancouver Island. Herb. du New York Bot. Garden (*sub taxifolia* Britton). (Echantillon type.)

I. William Thompson, n° 10.057, sept. 2/1933, Washington, Kittitas Co : crest of Lower end of Earl Ridge, 4000 ft. Herb. du New York Bot. Garden (*sub mucronata*).

Cette espèce occupe une aire réduite dans l'île de Vancouver et sur la région côtière du Washington et de l'Orégon.

TAILLE ET PORT

Pas de renseignement connu.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

L'échantillon étudié ne présentait que des feuilles de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Plus ou moins arquée. La face supérieure est sillonnée jusqu'au sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 20 à 25 mm.

Largeur : 1,5 mm. environ.

Epaisseur : 0,9 mm. environ.

Couleur. — Vert clair.

Stomates. — 5 à 6 lignes de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex arrondi, quelquefois légèrement échancré (fig. 2).

Base : tordue jusqu'à 100 grades (fig. 3).

Insertion. — Feuilles non pectinées, en brosse (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — Epaisse, de forme triangulaire, à bord supérieur très convexe présentant un sillon médian. La nervure fait fortement saillie sur la face inférieure (fig. 5). Rapport de la largeur à l'épaisseur voisin de 1,8.

Epiderme. — Forme des papilles sur les deux faces de la feuille.

Sous-épiderme. — Il est toujours continu d'une part sur le bord supérieur où il est doublé par places, d'autre part au niveau de la nervure médiane (fig. 5).

Tissu palissadique. — Formé de une à trois assises de cellules.

Canaux sécréteurs. — Ils sont souvent de très petites dimensions. Ils peuvent même manquer.

Idioblastes. — Peu nombreux. Souvent absents, rarement en nombre supérieur à deux.

Cylindre central. — On observe généralement quatre à six grosses fibres entre le bois et l'endoderme. Un nombre égal ou plus élevé de fibres analogues existe aussi au dessous du liber. Enfin une à trois assises sclérifiées divisent (fig. 6) le bois et le liber, séparant ainsi deux faisceaux libéro-ligneux.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron foncé.

Pubescence. — Très abondante. Poils courts, robustes.

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — De forme pentagonale dans les ramules de un an, circulaire dans ceux de deux ans (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme sont en forme de papilles et portent de longs poils unicellulaires.

Ecorce externe. — Elle est réduite à une assise de cellules.

Liège. — Le liège renferme de nombreuses cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Elle présente une zone périphérique formée de cellules régulières serrées et une zone lacuneuse qui renferme de gros canaux sécréteurs. Au voisinage du liber on observe quelques grosses fibres.

Liber. — Le liber est peu épais et renferme de nombreux canaux.

Bois. — Le bois présente des canaux résinifères dans les ramules de deux ans.

Moelle. — La moelle est sclérifiée à la périphérie dans les ramules de un an. Elle renferme souvent des idioblastes.

RAMULE AGÉ

Les ramules âgés ont des cicatrices peu saillantes. Le bois d'automne présente des canaux résinifères (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovoïde pointu (fig. 10).

CONE

Forme. — Ovoïde pointu, porté par un pédoncule très court (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : 6,5 cm. environ.

Largeur : 3,5 cm. environ.

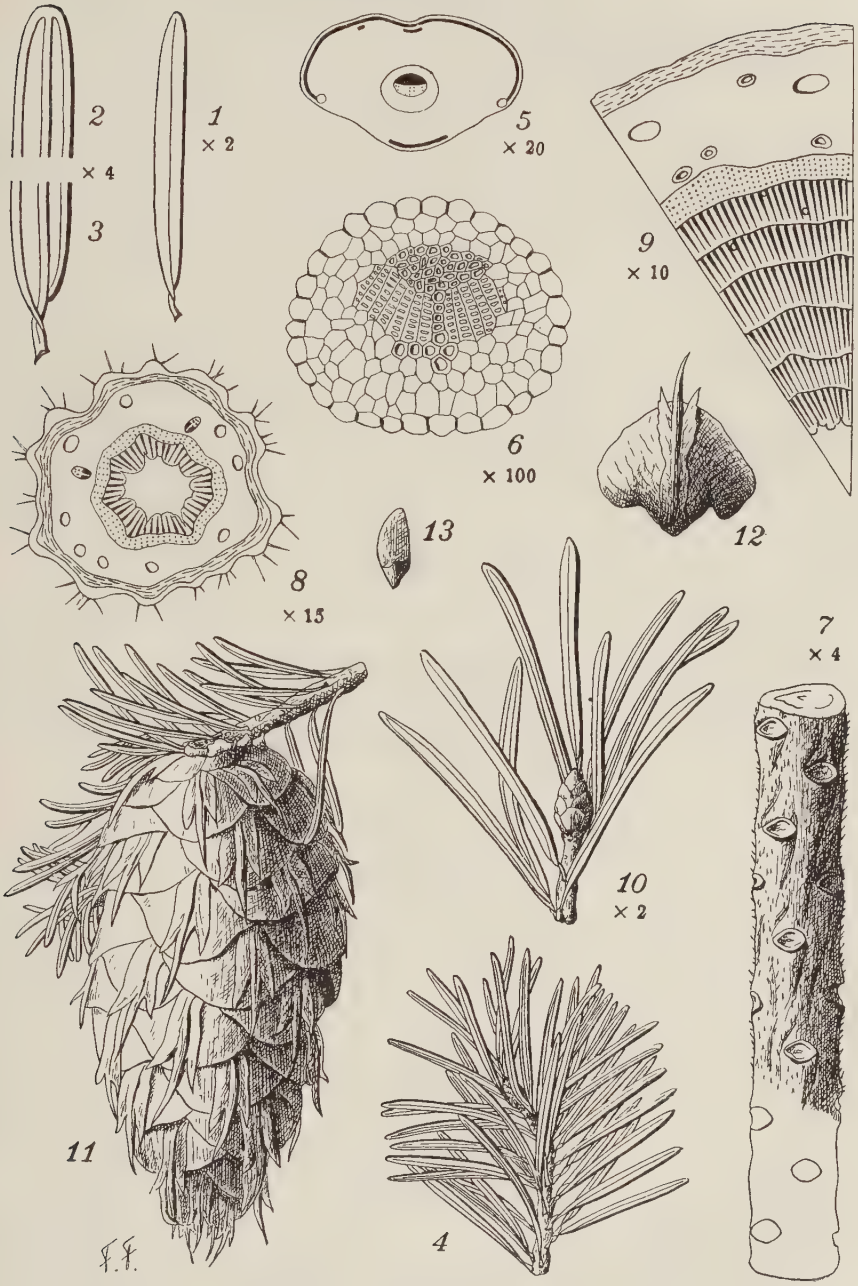
Ecailles. — Régulières, plates (fig. 12).

Bractées. — Longues, droites, très appliquées contre les écail-

---

TABLEAU DES FIGURES (Légende).

PSEUDOTSUGA VANCOUVERENSIS. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; 2 face inférieure apex × 4; 3 face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 5; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule de 1 an × 15; *9* section de ramule âgé × 10; *10* bourgeon × 2; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.



PSEUDOTSUGA VANCOUVERENSIS

les; non dentées sur les bords. Pointes terminales inégales, les latérales étant aiguës (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 3,5 mm. environ. Longueur avec l'aile : 10 mm. environ. Aile large présentant un bord à peu près droit et un bord à convexité régulière (fig. 13).

PSEUDOTSUGA WILSONIANA Hayata.

[*PSEUDOTSUGA JAPONICA* Matsumura et Hayata (*nomen rejiciendum*)]

NOMS ET SYNONYMES

PSEUDOTSUGA JAPONICA MATSUMURA et HAYATA (1906), 400; Hayata (1908 b), 223, *cum ic.*

PSEUDOTSUGA WILSONIANA HAYATA (1915), 204 (*cum tabul.*); Dallimore et Jackson (1923), 486; Rehder (1927), 37; Fitz Patrick (1929), 204; Beissner et Fitschen (1930), 97; Flous (1936 d), 1.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Wilson, n° 10324, April 1918, Formosa, Schimada, prov. Shinchiku, 1833 m. Herb. de l'Arnold Arboretum et du New York Bot. Garden.

R. Kanchina, I. Sasaki, oct. 1919, Ionnoposhiroan (?). Herb. de l'Arnold Arboretum.

Cette espèce est localisée à Formose.

TAILLE ET PORT

Arbre atteignant 30 m. de haut, à port plus ou moins pyramidal.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Ne présente pas de différences avec la feuille de rameau fertile.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite ou légèrement falquée, linéaire. La face supérieure est sillonnée jusqu'au sommet (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 10 à 20 mm.

Largeur : 1,5 mm. environ.

Epaisseur : 0,6 mm.

Couleur. — Vert clair.

Stomates. — La face inférieure présente 12 à 17 rangées de stomates de chaque côté de la nervure médiane.

Extrémités. — Apex échancré (fig. 2). Base non ou faiblement tordue (fig. 3).

Insertion. — Feuilles pectinées, dirigées vers l'avant du rameau (fig. 4).

Odeur. — Pas de renseignements fournis par les échantillons d'herbier étudiés.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique, bords latéraux formant un angle aigu. Nervure non saillante (fig. 5). Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 3,2 à 3,6.

Epiderme. — Les cellules épidermiques ne forment pas de papilles sur le bord supérieur.

Sous-épiderme. — Très discontinu, tout le long du bord supérieur.

Tissu palissadique. — Formé de deux ou trois assises de cellules.

Parenchyme. — Cellules à membranes très sinueuses et à replis internes profonds.

Canaux sécréteurs. — Ils ont la place normale marginale. Leur diamètre est faible.

Idioblastes. — Les idioblastes sont peu nombreux, à ramifications étoilées quelquefois inégales.

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme formé de dix-sept à dix-neuf grosses cellules. Le liber ne présente rien de spécial. On observe une ou deux grosses fibres au dessus du bois et au dessous du liber (fig. 6).

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron rouge foncé.

Pubescence. — Bien marquée sur les ramules de un an.

Cicatrices. — Peu saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — De forme circulaire.

Epiderme. — Les cellules épidermiques forment des papilles et certaines portent de longs poils.

Ecorce externe. — Elle est réduite à une assise de cellules.

Liège. — Peu épais, il renferme quelques cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Epaisse, collenchymateuse vers la périphérie, lacuneuse vers le centre. Elle renferme de nombreux canaux et quelques idioblastes.

Liber. — Peu épais. Nombreux cristaux.

Bois. — Le bois renferme de grands canaux résinifères dans les ramules de un an (fig. 8).

Moelle. — Elle est sclérifiée à la périphérie et renferme plusieurs idioblastes.

RAMULE AGÉ

Les ramules âgés sont de couleur brun gris, glabres.

Les canaux résinifères sont nombreux dans le bois d'automne (fig. 9).

BOURGEON

Forme. — Ovoïde pointu (fig. 10).

Ecailles. — De couleur brun jaune, à bord plus clair, entier ou lacinié.

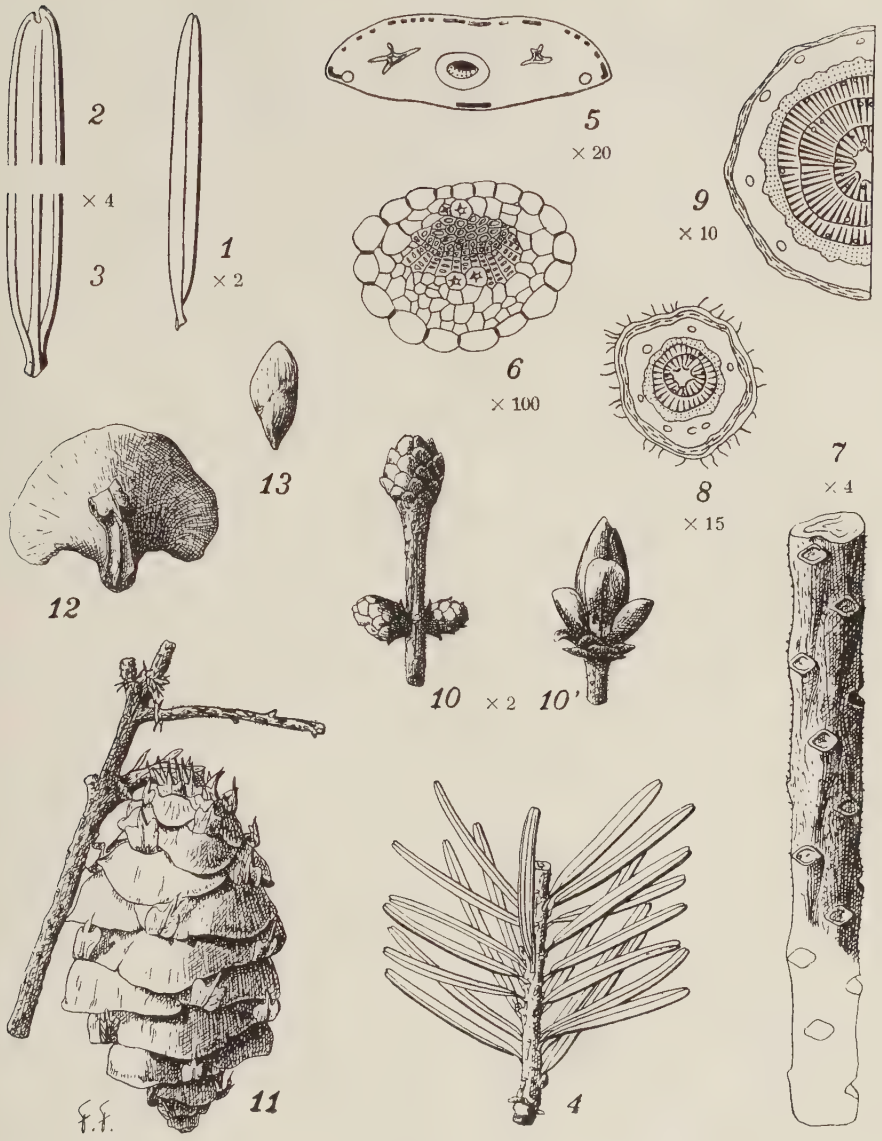
Enduit cireux. — Pas d'enduit cireux.

CONE

Forme. — Ovoïde globuleux, porté par un pédoncule peu épais (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : 3,5 à 5 cm.

Largeur : 2,5 à 4 cm.



PSEUDOTSUGA WILSONIANA

PSEUDOTSUGA WILSONIANA. — *1* Feuille de rameau fertile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles sur le rameau × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 100; *7* ramule × 4; *8* section du ramule de 2 ans × 15; *9* section du ramule de 3 ans × 10; *10* jeune bourgeon épanoui; *11* cône × 1; *12* écaille × 1; *13* graine × 1.

Ecailles. — Vingt cinq environ, épaisses, bombées, à bord arrondi, de couleur brun sombre (fig. 12).

Bractées. — Courtes, réfléchies, fragiles. Pointe médiane mesurant 2 à 3 mm. Lobes latéraux arrondis, entiers.

GRAINE

Longueur : 7 mm. Longueur avec l'aile : 13 mm. environ. Aile large (fig. 13).

IV. CLASSIFICATIONS PRATIQUES

CLASSIFICATION GÉNÉRALE N° 1

D'APRES LES CARACTERES MORPHOLOGIQUES

Feuilles entières au sommet..... Section 1
Feuilles échancrées au sommet..... Section 2

Section 1 : *Amérique.*

Bractées toutes réfléchies..... 1
Bractées droites pour la plupart..... 2

1. Feuilles subdistiques ou distiques; écaille losangique; graine à aile très étroite. Rocheuses méridionales et Mexique.. *Ps. Flahaulti.*
   Feuilles en brosse; écaille cunéiforme ailée; graine à aile large. Rocheuses septentrionales..... *Ps. glauca.*
2. Ramule généralement glabre; feuilles en brosse, épaisses. Rocheuses septentrionales..... *Ps. Merrilli.*
   Rameau velu..... 3
3. Feuille mucronée. Côte Pacifique méridionale..... 4
   Feuille non mucronée..... 5
4. Feuille plate, élargie à la base, falquée. Cône grand. *Ps. macrocarpa.*
   Feuille épaisse, linéaire, droite..... *Ps. californica.*
5. Cône ovoïde non pointu..... 6
   Cône ovoïde, pointu..... 7
6. Ecaille réniforme-orbiculaire; bractée courte; feuille sillonnée jusqu'aux deux tiers. Rocheuses méridionales..... *Ps. globulosa.*
   Ecaille losangique ailée; bractée longue à pointes latérales dépassant l'écaille; feuille sillonnée sur toute sa longueur. Rocheuses méridionales et Mexique..... *Ps. Guinieri.*
7. Cône court. Bractées très longues à lobes latéraux dépassant entièrement l'écaille. Colombie Britannique..... *Ps. caesia.*
   Cône long. Bractées à lobes latéraux dépassant à peine ou ne dépassant pas l'écaille..... 8
8. Bractées supérieures réfléchies. Ecaille très grande, suborbiculaire. Rocheuses méridionales et Mexique..... *Ps. macrolepis.*
   Bractées supérieures droites..... 9

9. Pointe médiane de la bractée quatre à six fois plus longue que les pointes latérales. Rocheuses méridionales..... *Ps. Rehderi.*

Pointe médiane de la bractée deux à trois fois plus longue que les pointes latérales..... 10

10. Feuilles distiques, étroites au sommet. Ecaille plus haute que large. Graine longuement étroite. Côte Pacifique septentrionale..... ..... *Ps. Douglasii.*

Feuilles subdistiques, arrondies, larges au sommet. Ecaille plus large que haute. Graine à bord externe convexe. Ile de Vancouver..... *Ps. vancouverensis.*

Section 2 : *Asie.*

Feuille longue. Cône gros. Ecaille losangique non ailée. Pointe médiane de la bractée pouvant atteindre 10 mm. de long dans la région moyenne du cône. Aile plus longue que la graine. Yunnan..... *Ps. Forrestii.*

Feuille courte. Cône petit. Ecaille non losangique. Pointe médiane de la bractée ne dépassant pas 5 mm. dans la région moyenne du cône..... 1

1. Ramule glabre..... 2

Ramule pubescent..... 3

2. Cône globuleux. Ecaille aussi haute que large. Pointe médiane de la bractée mesurant 2 à 6 mm. Japon..... *Ps. japonica.*

Cône étroit. Ecaille plus large que haute. Pointe médiane de la bractée mesurant 4 à 10 mm. Formose..... *Ps. Salvadori.*

3. Feuilles non persistantes sur le rameau en herbier. Cône globuleux. Ecaille cunéiforme. Aile de la graine arrondie au sommet. Chine orientale..... *Ps. Gausseni.*

N'ayant pas ces caractères..... 4

4. Graine à aile courte. Ecaille du cône réniforme. Bractées à pointe courte près du pédoncule. Formose..... *Ps. Wilsoniana.*

Graine à aile longue. Ecaille du cône non réniforme. Longues bractées près du pédoncule. Yunnan..... *Ps. sinensis.*

CLASSIFICATION GÉNÉRALE N° 2

D'APRES LES CARACTERES ANATOMIQUES

Canaux résinifères du bois absents dans les ramules jeunes (1 à 4 ans), races dans les ramules âgés ..... *Ps. Douglasii.*
Canaux résinifères présents dans les ramules jeunes, nombreux dans les ramules âgés 1

1. Section foliaire épaisse 2
Section foliaire plate 10

2. Sous-épiderme continu sur le bord supérieur 3
Sous-épiderme discontinu 6

3. Canaux résinifères foliaires souvent absents ..... *Ps. californica.*
Canaux résinifères toujours présents 4

4. Grands sclérites dans l'écorce du ramule âgé .. *Ps. vancouverensis.*
Sclérites de l'écorce de diamètre faible 5

5. Présence d'idioblastes dans le ramule ..... *Ps. Flahaulti.*
Absence d'idioblastes dans le ramule ..... *Ps. Guinieri.*

6. Sous-épiderme foliaire très réduit ..... *Ps. cæsia.*
Sous-épiderme abondant 7

7. Nervure médiane nettement séparée des ailes ..... *Ps. globulosa.*
Nervure médiane encadrée de deux légers sillons 8

8. Liber très sclérifié dans le plan médian ..... *Ps. Merrilli.*
Liber peu sclérifié dans le plan médian 9

9. Sclérites très nombreux dans l'écorce et la moelle du ramule âgé ..... *Ps. glauca.*
Sclérites peu nombreux, accompagnés d'idioblastes .. *Ps. Rehderi.*

10. Bords latéraux de la section arrondis 11
Bords latéraux de la section aigus 12

11. Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 2,8 à 3,6. Canaux résinifères foliaires de diamètre moyen. Idioblastes à section transversale petite ..... *Ps. macrolepis.*
Rapport voisin de 2,5. Grands canaux résinifères. Idioblastes allongés en section transversale ..... *Ps. Salvadori.*

12. Bords de la feuille épais. Grands canaux résinifères. Ramule glabre ..... *Ps. japonica.*
Bords de la feuille minces 13

13. Sous-épiderme réduit 14
Sous-épiderme abondant 15

14. Idioblastes petits en section transversale. Sclérites très nombreux dans le ramule..... *Ps. Forrestii.*
    Idioblastes allongés et ramifiés en section transversale. *Ps. sinensis.*
15. Idioblastes de la feuille très longs et non ramifiés en section transversale..... *Ps. Gausseni.*
    Idioblastes de la feuille petits, en section transversale..... 16
16. Sous-épiderme très discontinu..... *Ps. Wilsoniana.*
    Sous-épiderme peu discontinu..... *Ps. macrocarpa.*

C. — RÉVISION DU GENRE *TSUGA*

INTRODUCTION

Comme les autres genres de Conifères, le genre *Tsuga* a fait l'objet d'un grand nombre de travaux. Mais il manque encore une révision complète et homogène pour les diverses espèces. Une révision n'est complète que si tous les caractères essentiels sont étudiés, et, à l'heure actuelle, l'étude anatomique doit être menée de pair avec l'étude morphologique. Pour qu'une révision soit homogène, il faut que les espèces soient toutes traitées de la même façon. C'est à réaliser ces deux tâches que je me suis appliquée dans les pages qui vont suivre.

PLAN DU TRAVAIL

On peut adopter le plan suivant analogue à celui de la Révision du genre *Abies* de M.-Th. Viguié et H. Gaussen.

Histoire de l'étude des *Tsuga;*
Description générale du genre;
Monographie et Iconographie des espèces actuelles;
Classification naturelle;
Classification pratique;
Tableaux de détermination;
Valeur pratique des espèces.

Dans l'article ci-dessous, les trois premières parties vont être traitées.

Je remets à plus tard les quatre dernières parties qui exigent l'étude des documents paléontologiques et du genre *Pinus*.

I. HISTORIQUE

Le genre *Tsuga* est représenté surtout dans des régions dont l'exploration a été assez tardive. Seule, l'espèce *Tsuga canadensis* se trouvant dans la partie nord-orientale du continent américain, a été connue depuis longtemps.

Linné considère uniquement un genre *Pinus* qui appartient à la Monadelphie, la Polyandrie à deux pistils. Il distingue un *Pinus candadensis* que les auteurs considèrent comme synonyme de notre *Tsuga canadensis*. Notons que Linné indique des rameaux glabres alors que le *Ts. canadensis* a des rameaux velus. On pourrait donc discuter de l'exactitude de cette attribution et Frère Marie Victorin indique que Farwell, Rehder, Tidestrom ont étudié cette question synonymique. D'après lui, le premier auteur qui connut *Ts. canadensis* fut Plukenet en 1692.

Linné distingue aussi un *Pinus americana* que la description différencie peu du *Pinus canadensis*. Pour ce dernier, il se demande s'il n'est pas identique à *P. americana*. Les auteurs paraissent avoir abandonné le nom *americana* et ont conservé *canadensis*.

Duhamel (1755), n'employait pas la classification linnéenne, mais semble distinguer des espèces que ne signalait pas Linné. Ainsi son *Abies minor pectinatis foliis, virginiana, conis parvis subrotundis* Plutk paraît être notre *Tsuga canadensis* et *Abies taxifolio, fructi rotundiori obtuso* M. C. est peut être aussi un *Tsuga*.

Miller, dans son édition française de 1786, cite *Abies canadensis*.

Michaux (1803), qui avait exploré une grande partie des Etats-Unis, signale un *Abies canadensis* qui est notre *Tsuga canadensis*.

L'exploration de l'Inde se poursuivait à la même époque et dans sa Flore du Nepal (1805), Don cite le *Pinus dumosa* dont on a fait depuis *Tsuga dumosa*.

En 1809, Desfontaines, décrivait un *Abies canadensis*, qui disait-il, tient le milieu entre les Sapins et les Epiceas.

L'édition de 1825 du Traité des Arbres et arbustes de Duhamel, revue et complétée par Veillard, Jaume Saint-Hilaire, Mirbel, Poiret et continuée par Loiseleur Deslongchamps, comporte la distinction d'un genre *Abies* qui comprend nos *Abies* actuels, *Picea* et *Tsuga*. L'*Abies canadensis* correspond à notre *Tsuga canadensis*. Une description détaillée et un remarquable dessin de Redouté, sont donnés pour l'étude de cette espèce.

Wallisch, en 1828, considère sous le nom de *Pinus Brunoniana*, le *Tsuga Brunoniana*.

Al. Braun (1830) a fait une étude très détaillée de la disposition des écailles chez diverses Conifères et, sous le nom de *Pinus canadensis*, donne quatre dessins de cône de *Tsuga* pour lesquels il étudie la disposition des écailles.

La même année, Siebold décrit un *Abies araragi*. C'est de cette espèce que Carrière a fait le *Tsuga Sieboldii*.

Loudon publie plusieurs ouvrages sur les arbres en général. La première édition de son *Arboretum* et *fruticetum britannicum*, en 8 volumes, paraît en 1838.En 1844, cet ouvrage a une seconde édition. Nous y trouvons, sous le nom d'*Abies canadensis*, une description détaillée du *Tsuga* du Canada, sous le nom d'*Abies dumosa*, une description de l'arbre himalayen qu'on appelle actuellement *Tsuga dumosa*.

Un résumé de son *Arboretum et fruticetum* parut sous le nom de *Hortus britannicus*. Il y distingue *Abies canadensis* et *Abies dumosa*.

Vers la même époque, Rafinesque, dans son Atlantic Journal (1832) décrit un *Abies heterophylla* dans lequel on a reconnu *Tsuga heterophylla*.

Hooker (1840) distingue *Pinus* (*Abies*) *canadensis*, *P.* (*Abies*) *Mertensiana* Bong.

En 1841, Link considère une section *dehiscentes* du genre *Picea*. Cette section renferme *Picea canadensis* qui est notre *Tsuga canadensis*.

En 1842, Siebold et Zuccarini décrivent une espèce sous le nom d'*Abies tsuga*. C'est encore le *Tsuga Sieboldii* actuel.

Ils ont décrit aussi un *Abies tsuga nana* dont on a fait depuis *Tsuga diversifolia*.

La même année, SPACH avait déjà créé une section *micropeuce* dans le genre *Abies*.

ENDLICHER, dans son *Synopsis coniferarum* (1847), avait créé une section *Tsuga* dans le genre *Pinus*. Il y comprenait les *Tsuga* actuels et les *Pseudotsuga*.

C'est CARRIÈRE qui a le premier distingué le genre *Tsuga* en 1855. Il a donc la priorité sur GORDON qui créa, en 1862, le genre *Micropeuce*. CARRIÈRE estime que les ouvrages de ce dernier en 1858 et 1862 « sont des compilations ou plutôt de mauvaises copies de la première édition » de son traité des Conifères.

Il cite comme espèces de *Tsuga : Ts. Sieboldtii* ce qui est une faute pour *Sieboldii*. Cet arbre a conservé ce nom. Le *Ts. Sieboldtii nana* est maintenant appelé *Ts. diversifolia* (MAX.). Le *Tsuga Brunoniana* est synonyme de *Tsuga dumosa* (DON) EICHLER.

Ts. canadensis a conservé son nom.

Ts. Mertensiana est devenu *Ts. heterophylla* (RAF.) SARG. et diffère donc du *Ts. Mertensiana* (BONG.) SARG. que j'ai cru préférable d'appeler pour éviter des confusions *Ts. Hookeriana* (MURR.) CARRIÈRE. CARRIÈRE cite encore *Ts. Lindleyana*. ROEZL. espèce mexicaine de Real del Monte, qui est un *Pseudotsuga*.

En 1853, JEFFREY décrivit un *Abies Pattoni* ou *Pattoniana* que l'on considère comme identique au *Tsuga Mertensiana* de SARGENT.

GORDON (1858) décrit sous le nom d'*Abies canadensis : Ts. canadensis*, sous le nom d'*Abies tsuga : Ts. Sieboldii. Ts. Mertensiana* LINDL est notre *Ts. heterophylla*.

MICHAUX dans l'édition de NUTTAL, 1865, cite sous le nom d'*Abies canadensis* le *Tsuga canadensis*.

En 1865 paraît une nouvelle édition de l'ouvrage classique de MICHAUX sur la Forêt de l'Amérique du Nord, continué par NUTTAL. Il considère des espèces *Abies canadensis, Abies Douglasii* où nous reconnaissons les *Tsuga* et les *Pseudotsuga*.

PARLATORE (1869) distingue dans son *genus Pinus : Pinus tsuga* (*Ts. Sieboldii*) ; *P. canadensis, Metensiana* BONG., *P. dumosa*, DON, *P. Pattoniana*, JEFFR.

CARRIÈRE, en 1870, décrit une espèce de *Tsuga* qu'il dédie à RŒZL et dont il donne une description et une figure. Je discute la synonymie de cette espèce à propos de *Tsuga crassifolia*.

A partir de cette époque, les *Tsuga*, vont être étudiés au point de vue anatomique.

Van Tieghem (1872), étudiant les canaux sécréteurs des plantes, signale que *Tsuga canadensis* a une racine complètement dépourvue de canaux sécréteurs.

Dans son petit ouvrage sur les Conifères de pleine terre, Dupuis (1872) classe les *Tsuga* comme une section des *Picea*. Il distingue les espèces *Sieboldtii, canadensis, Rœzlii, Hookeriana, Mertensiana* et *Brunoniana*.

Pour Koch (1873) le sub *genus Abies* comprend nos Epiceas; le sub *genus Tsuga* comprend nos *Tsuga* avec les espèces *A. Araragi* (= notre *Ts. Sieboldii*). *A. canadensis, A. Mertensiana* (Bong.), *A. dumosa* Don, *A. Pattoniana* Jeffrey.

Une nouvelle étude anatomique des *Tsuga* a été faite sur 4 espèces par Bertrand, 1874. Il a étudié sous le nom de *Picea* (*Tsuga*) *Hookeriana*, notre *Tsuga Hookeriana*, sous le nom *Picea* (*Tsuga*) *canadensis* notre *Tsuga canadensis* sous le nom *Picea* (*Tsuga*) *Brunoniana* notre *Tsuga Brunoniana* et sous le nom *Picea* (*Tsuga*) *Sieboldii* notre *Tsuga Sieboldii*. Seul *Ts. Hookeriana* a des stomates à la face supérieure. Il a les bords entiers. *Ts. canadensis* a les bords mamelonnés et du sous-épiderme, ce qui laisse croire qu'il a étudié un exemplaire de *Tsuga heterophylla*.

Ts. Brunoniana a les bords lisses et pas de sous-épiderme.

Ts. Sieboldii a les bords lisses et du sous-épiderme.

En note, Bertrand dit que *Tsuga Mertensiana* (sans nom d'auteur) ne diffère pas anatomiquement de *Tsuga canadensis*, ce qui corrobore mon opinion qu'il avait un exemplaire de heterophylla sous le nom de *canadensis*.

En 1879, dans son ouvrage sur les essences forestières du Japon, Dupont étudie, sous le nom d'*Abies Tsuga*, l'espèce que nous appelons *Tsuga Sieboldii*. Il étudie se répartition et les qualités de son bois.

A la même époque, Strasburger a fait la comparaison entre les Angiospermes et les Gynospermes surtout au point de vue de l'appareil reproducteur et du développement de l'embryon. Mais il a, en somme, donné très peu d'exemples sur les *Pinus, Larix, Picea vulgaris* et *Tsuga Brunoniana*.

En 1880-81, dans sa Révision des Conifères du Japon, Masters

étudie le *Tsuga Sieboldii*, sa *variété nana* que nous appelons maintenant *diversifolia*, et que lui sépare de cette espèce.

En 1872, Mc Nab fait une étude historique de l'*Abies Pattoni* Jeffrey, dont la synonymie est très complexe. Il montre que la confusion vient de Jeffrey lui-même.

En 1887, Lavallée a publié un catalogue des arbres et arbrisseaux cultivés à Segrez (Seine-et-Oise). Cet ouvrage a l'intérêt de fournir pour chaque espèce une synonymie faite avec soin. L'auteur signale 5 espèces de *Tsuga*.

Franchet, dans les Plantae Davidianæ (1884), décrit sous le nom d'*Abies Tsuga* un arbre du Chensi. Il décrit aussi un *Abies Davidiana*, un arbre qu'il place dans le groupe des *Tsuga* à cause des écailles persistantes, mais qu'il considère comme intermédiaire entre les *Picea* et les *Tsuga*. Il critique les opinions de Bertrand fondées sur l'anatomie. Cet arbre, représenté par une magnifique planche n'est autre que *Keteleeria Davidiana*.

Sous le nom d'*Abies Sacra*, il décrit et représente l'arbre du Chensi qu'il considère comme peut être une simple variété d'*Abies Davidiana*. Il s'agit du *Keteleeria Davidiana* var. *sacra*.

Wilkomm (1887) dans sa flore forestière ne distingue que *Ts. canadensis*.

Eichler (1889) dans l'ouvrage d'Engler et Prantl, divise le genre Tsuga en deux sections : *Eutsuga* et *Pseudotsuga*. Dans la première il distingue quatre espèces *Ts. canadensis* (Lin.) Carr., *Ts. pattoniana* (Jeff.) Watts (*Abies Hookeriana* Murr.), *Ts. dumosa* Loud, *Ts. Sieboldii* Carr.

Hooker (1890) dans sa Flore de l'Inde distingue *Ts. Brunoniana*.

Daguillon a étudié l'anatomie des organes foliaires de *Tsuga canadensis*. Les cotylédons, les feuilles de première année, celles de l'arbre adulte sont indiqués.

Van Tieghem (1891) étudie la structure et les affinités des *Abies* et des genres les plus voisins qui sont pour lui *Keteleeeria*, *Cedrus*, *Pseudolarix*, *Hesperopeuce* et *Tsuga*. Il les réunit parce que la racine a toujours une moelle creusée d'un canal sécréteur suivant son axe. Notons la séparation d'un genre *Hesperopeuce* et d'un genre *Tsuga*.

Beissner (édition de 1891) distingue : dans la section I, *Eutsuga* : *Ts. Sieboldii* Carr., *Tsuga* (*Abies*) *diversifolia* Maxim., *Ts.*

Brunoniana Carr., *Ts. Canadensis* Carr., *Ts. Mertensiana* Carr., *Ts. Caroliniana* Engelm, dans la section *Hesperopeuce : Ts. Pattoniana* Engelm.

Plus tard, Mouillefert (1892-98) considère *Ts. canadensis*, Ts. *Sieboldii*, *Ts. Brunoniana*, *Ts. Mertensiana* Carr., *Ts. caroliniana*, *Ts. Pattoniana* Engelm.

En 1893, Masters, dans son étude sur les genres de Taxacées et de Conifères, discute la question du genre *Hesperopeuke*, distingué par Lemmon. Les différences anatomiques indiquées par Van Tieghem, justifient pleinement la distinction d'une section *Hesperopeuke*.

Radais (1894) a étudié l'anatomie du cône chez *Ts. canadensis* et *Ts. Brunoniana*.

Britton et Brown (1896) dans leur flore du nord des Etats-Unis et du Canada décrivent *Tsuga canadensis* et *Ts. caroliniana*.

En 1900, Murrill étudie en détail le développement de l'archégone et la fertilisation chez les *Tsuga*.

En 1902, Masters, collaborant à la révision des Plantes de Chine, publiée par la Linnean Society, décrit quatre espèces de *Tsuga : Brunoniana, chinensis, Sieboldii, yunnanensis*. C'est la première fois que les espèces *chinensis* et *yunnanensis* sont affectées au genre *Tsuga*. Sous le nom de *Ts. Brunoniana, Var. Chinensis*, Masters signale, au Setchuen et au Yunnan, une variété qui est probablement identique à l'espèce *Ts. yunnanensis*.

Dans sa flore du Sud des Etats-Unis Small (1903) cite *Ts. canadensis* et *Ts. caroliniana*.

Sargent (1905) distingue : *Ts. canadensis* Carr., *Ts. caroliniana* Engelm, *Ts. heterophylla* Sarg., *Ts. Mertensiana* Sarg.

Dressant le catalogue de l'Arboretum National des Barres, Pardé (1906) a signalé quatre espèces de *Tsuga* et deux variétés. Pour chacune sont données des indications sur la valeur forestière et économique.

Dans son traité sur les arbres exotiques Mayr (1906) a signalé sept espèces de *Tsuga*. Il donne de bonnes figures de la variabilité des feuilles.

Masters publie en 1906 et 1907 une liste de Conifères de Chine. Dans le genre *Tsuga* il considère cinq espèces.

L'année suivante, Hayata décrit une nouvelle espèce de *Tsuga* du Mont Morrison à Formose et qu'il appelle *Ts. formosana.*

Sudworth dans son important ouvrage sur les Conifères de la Région Pacifique de l'Amérique du Nord (1908), distingue *Ts. Mertensiana* Sargent et *Ts. heterophylla* Sargent. La répartition géographique et la biologie sont étudiées avec beaucoup de détails.

En 1909, Clinton Baker dans ses « Illustrations of Conifers », décrit *Ts. heterophylla, Ts. Brunoniana, Ts. caroliniana, Ts. Hookeriana* et *Ts. Sieboldii.*

Schelle a publié un ouvrage sur les Conifères résistant au froid en Europe Centrale. Les *Tsuga* sont décrits avec toutes les espèces connues à cette époque et de nombreuses variétés. De petits dessins précis permettent la détermination.

A la même époque, paraît la deuxième édition du Traité des Conifères de Beissner, complètement remaniée par rapport à la première. Il divise le genre *Tsuga* en deux sections : *Eutsuga* et *Hesperopeuce.* Dans la première, les espèces indiquées sont : *Sieboldii, diversifolia, chinensis, yunnanensis, Brunaniana, canadensis, caroliniana, Mertensiana* Carr. Il signale l'indication de Hayata pour un *Ts. formosana.*

Dans la seconde section, il signale *Ts. Pattoniana* (notre *Ts. Hookeriana*).

Dans son gros ouvrage sur la Forêt de Californie, Jepson (1910), distingue et figure le *Tsuga heterophylla* et un *Mertensiana* Sargent. Pour ce dernier, il donne une description qui correspond à la description classique de notre *Tsuga Hookeriana.* Mais la gravure qui correspond à un échantillon pris au centre de la Californie, indique assez nettement des feuilles non arrondies au sommet. Ce dessin se rapporte donc assez nettement à l'espèce *Ts. crassifolia.*

Beauverie (1910) dans son étude des bois industriels, donne des renseignements sur le *Tsuga* du Canada.

En 1911, Lotsy distingue des *Eutsuga* et des *Hesperopeuce,* et étudie particulièrement *Ts. canadensis,* auquel il consacre quatre figures, prises en partie chez Murrill.

La même année, Wettstein décrit les divers organes du genre *Tsuga.*

Pardé publie en 1912 une série de belles planches en couleurs représentant les Conifères fructifiant en France. Vers la même époque, cet auteur donnait des tableaux dichotomiques, pour la détermination des espèces.

Le nom de notre *Ts. canadensis* a été discuté par plusieurs auteurs : En 1914 par Farwell. L'année suivante par Rehder, en 1918, par Tidestrom.

En 1918, Sudworth consacre une de ses études dendrologiques au genre *Tsuga*. Il donne les caractères génériques et décrit deux espèces des Rocheuses : *Ts. heterophylla* (Raf.) Sarg. et *Ts. Mertensiana* (Bong.) Sarg. que j'ai appelé *Ts. Hookeriana* Carrière. Pour chaque espèce l'auteur indique les caractères morphologiques détaillés et les caractères géographiques.

Dans leur travail sur les hybrides de Conifères, A. Henry et M. G. Flood, en 1919 décrivent un hybride de *Ts. Pattoniana* (notre *Ts. Hookeriana*), et de *Ts. Albertiana* (*Ts. heterophylla*) qu'ils nomment *Ts. Jeffreyi*. Cet hybride est caractérisé par des feuilles dentées sur le bord, non pectinées et pourvues de lignes interrompues de stomates sur la face supérieure. Le premier caractère distingue *Ts. Jeffreyi* de *Ts. Hookeriana*, les deux autres le distinguent de *Ts. heterophylla*. Cet hybride est très rare. Un échantillon existe au jardin de Kew, il provient de graines récoltées au Mount Baker. Les auteurs estiment que leur hybride existe aussi dans un jardin de Knapton où il provient de graines récoltées dans l'Ile de Vancouver. Je crois avoir étudié des *Ts. Jeffreyi* provenant d'autres stations. Il me paraît probable qu'il s'agit d'un hybride fixé, devenu une bonne espèce.

En 1920, Chancerel publie une flore forestière du globe, où il distingue les espèces classiques de *Tsuga*. Pour chacune il indique les caractères, l'aire et l'utilisation.

Pavari en 1921, étudie les diverses Conifères dont on peut envisager l'introduction en Europe. Parmi les *Tsuga*, il distingue huit espèces : *Brunoniana* Carrière, *canadensis*, Car., caroliniana Engelm., *diversifolia* Maxim., *Mertensiana* Carrière, *Pattoniana* Engelm., *Sieboldii* Carr., *yunnanensis* Masters. Il attache beaucoup d'importance à *Tsuga heterophylla* Sargent (*sub. Mertensiana* Carrière) et cette espèce est décrite en détail.

Livingston et Shreve en 1921 donnent des cartes de répartition

de *Tsuga heterophylla*, considéré comme espèce nord-occidentale et de *Ts. canadensis* qu'ils considèrent comme espèce du Nord-Est.

Dallimore et Jackson, dans leur traité classique sur les Conifères de 1923, donnent un tableau dichotomique des *Tsuga*. Ils divisent le genre en deux sections : *Hesperopeuce* et *micropeuce*. Ils admettent les espèces : *albertiana*, *Brunoniana* Car., *canadensis* Carr., *caroliniana*, *chinensis*, *diversifolia*, *formosana*, *Jeffreyi*, *Pattoniana*, *Sieboldii*, *yunnanensis*.

D. G. Downie publie une classification des espèces chinoises de *Tsuga*. Aux espèces déjà décrites *Ts. chinensis* Pritz, *Ts. yunnanensis*, Masters, *Ts. Brunoniana* Carr. *Ts. Mairei* Lemée et Leveillé, l'auteur ajoute cinq espèces nouvelles : *Ts. dura*, *Ts. patens*, *Ts. Wardii*, *Ts. calcarea*, *Ts. Forrestii* et donne les diagnoses latines correspondantes.

La même année Silva Tarouca et Schneider considèrent deux sections dans le genre *Tsuga* : *Micropeuce* ou *Eutsuga* et *Hesperopeuce*. *Micropeuce* se divise en : A, 1 a) *Ts. Sieboldii*, 1 b) *Ts. diversifolia*, *Ts. chinensis*; 2 a) *Ts. caroliniana*; 2 b) *Ts. yunnanensis*. Ils considèrent qu'une partie des *yunnanensis* des auteurs doit être rapportée au *Ts. chinensis*. Cette section comprend d'autre part B, 1) *Ts. dumosa*, 2 a) *Ts. heterophylla*, 2 b) *Ts. canadensis*. La section II comprend : *Ts. Mertensiana* (*Ts. Hookeriana*) avec une variété *Ts. Jeffreyi*.

En 1924, Handel Mazzetti a publié la diagnose de deux espèces nouvelles de *Tsuga* : *intermedia et leptophylla*. Le premier est du Yunnan et lui parait intermédiaire entre *yunnanensis* et *chinensis*, le deuxième est du Yunnan et voisin de *Ts. Brunoniana*.

A la même époque Jeffrey étudie la structure du bois de *Tsuga*. Il n'existe pas de trachéides cloisonnées mais seulement les deux stades extrêmes: trachéides simples et cellules parenchymateuses.

Durant l'année 1926 les auteurs sont nombreux. Wilson considère que les espèces récemment créées par Miss Downie, *Ts. patens*, *Ts. wardii*, *Ts. calcarea* et *Ts. Forrestii* doivent être ramenées à *Ts. chinensis* (Franch) Pritzel. De même *Ts. dura* Downie et *Ts. leptophylla* Hand. Mzt. sont ramenés à *Ts. yunnanensis*. *Ts. intermedia* Hand. Mzt. est considéré par Wilson comme identique à *Ts. chinensis*.

Engler, dans son important travail sur la répartition des Conifères, parle des divers *Tsuga*.

Studt étudie la répartition actuelle et passée du genre *Tsuga*. Il considère comme espèces actuelles : dans la section *Eutsuga* *Ts. americana* (Mill.) Farwell (= *Ts. canadensis* Carr.), *Ts. Mertensiana* (Lindl et Gord.) Carr. (= *Ts. heterophylla* Sarg.), *Ts. caroliniana* Engelm., *Ts. Sieboldii* Carr., *Ts. diversifolia* Maxim., *Ts. Chinensis* (Franch.) Pritz. (= *Ts. Formosana, Ts. patens* Downie, *Ts.* Wardii Downie, *Ts. calcarea* Downie, *Ts. Forrestii* Downie, *Ts. intermedia* H. Maz); *Ts. dumosa* (Don) Eichl (= *Ts. Brunoniana* (Lindl)); *Ts. yunnanensis* (Franch.) Mast. (= *Ts. dura* Downie, *Ts. leptophylla* (H. M.)); et *Ts. Mairei* Lemée et Lev.

Dans la section *Hesperopeuce*, l'auteur étudie *Ts. pattoniana* (Jeffr.) Engelm (= *Ts. Mertensiana* Sarg.).

Pilger, dans son traité classique, considère quatorze espèces de *Tsuga*. Il les divise en deux sections : *Eutsuga* et *Hesperopeuce*. La section *Eutsuga* comporte neuf espèces divisées en américaines: *Ts. americana* (= *canadensis*), *Mertensiana* (= *heterophylla*), *caroliniana;* en asiatiques : *Ts. Sieboldii, Ts. diversifolia, Ts. formosana, Ts. chinensis, Ts. Wardii, Ts. calcarea, Ts. Forrestii*. A ce groupe d'asiatiques à feuilles échancrées il ajoute les asiatiques non échancrées, *Ts. dumosa* et *Ts. yunnanensis*, avec comme proche parents : *Ts. dura, Ts. patens*. Comme espèce douteuse il cite *Ts. Mairei* du Yunnan. Notons qu'il indique cette espèce dans le genre *Keteleeria*.

La deuxième section *Hesperopeuce* comprend une seule espèce *Ts. Pattoniana*.

F. Marie Victorin donne des renseignements historiques intéressants sur *Ts. canadensis*.

En 1927, le même auteur, dans son important ouvrage des Conifères du Québec, étudie en détail la seule espèce de cette région *Tsuga canadensis*. Il donne des indications intéressantes sur l'historique de la distribution du genre *Tsuga*, d'après Studt. L'espèce *Ts. canadensis* aurait existé en Pologne, durant une période interglaciaire.

J. Davidson, publie en 1927 un ouvrage sur les Conifères et Gymnospermes de la Colombie Britannique, orné de planches en

couleur et de dessins. Parmi les *Tsuga*, il distingue *Ts. heterophylla* Sargent et *Ts. Mertensiana* Sargent.

Pardé en 1928-29, écrit un important mémoire sur l'introduction des essences exotiques dans les forêts de l'Europe occidentale. Il signale particulièrement *Ts. heterophylla* Sargent et *Hookeriana* Carrière.

En 1929, Fitschen fait une révision du genre *Tsuga* et décrit quinze espèces avec des dessins et des tableaux dichotomiques. Il admet les espèces de Miss Downie et considère *Ts. Jeffreyi* comme un hybride.

Fitz Patrick indique des clés de détermination des genres et des espèces de Conifères. Dans le genre *Tsuga*, il considère dix espèces : *Ts. Pattoniana* Sénéclauze (notre *Ts. Hookeriana* Carrière) et *Ts. Jeffreyi* Henry dans la section *Hesperopeuce; Ts. canadensis, Ts. albertiana* Sénéclauze (notre *Ts. heterophylla* Sargent), *Ts. Brunoniana, Ts. yunnanensis, Ts. Sieboldii, Ts. diversifolia, Ts. caroliniana, Ts. chinensis.*

Dans son ouvrage sur l'épiderme des Conifères, Florin 1931, prend des exemples de l'origine des stomates dans le genre *Tsuga*. Il étudie en détail *Ts. heterophylla* (Raf.) Sarg. (sub. *Ts. Mertensiana*) (Lindl, Gord.) Carr.) et y consacre treize dessins. Il étudie aussi *Ts. diversifolia* Maxim., puis *Ts. Hookeriana* (Murr.) Carr. (sub *Pattoniana* (Jeffrey, Engelm). Il conclut que la section *Hesperopeuce* est amphicyclique. Le genre *Tsuga* paraît assez variable au sujet de l'origine de ses cellules stomatiques.

Une étude détaillée des feuilles développées du genre *Tsuga* a été faite sur les espèces : *Ts. canadensis* (sub *Ts. americana* (Mill.) Farwell), *Ts. caroliniana* Engelm., *Ts. chinensis* (Franch.) Pritzl., *Ts. diversifolia* Maxim., *Ts. Brunoniana*, (sub *dumosa* (Don.) Eichl.), *Ts. formosana* Hayata, *Ts. yunnanensis*, (sub *intermedia* Hand-Mzt.), *Ts. Jeffreyi* Henry, *Ts. heterophylla* (sub *Mertensiana* (Lindl, Gord.) Carr.), *Ts. Sieboldii* Carr., et *Ts. Hookeriana* (sub *Pattoniana* (Jeff., Engelm).

Des indications sont données sur la forme des feuilles de jeunesse et des feuilles adultes et sur la morphologie et la structure anatomique de leurs cellules épidermiques et stomatiques.

La position systématique du genre a été discutée par cet au-

teur. L'essentiel de son opinion est cité dans mon étude de la comparaison des genres.

En 1932, Guinier a étudié l'introduction de Conifères en Lorraine. Il signale comme particulièrement intéressants *Ts. canadensis, Mertensiana* Carrière, *Pattoniana* Engelm.

A la même époque Cheng décrit une espèce nouvelle de *Tsuga, Ts. longibracteata.* Il donne la diagnose et figure les caractères morphologiques essentiels : forme de la feuille, des ramules, du cône et de la bractée.

Dans un autre article, il donne une liste de Gymnospermes récoltées au Kweichow par Y. Tsiang. Dans le genre *Tsuga* il signale *Ts. longibracteata* et *Ts. chinensis.*

Dans son traité de Dendrologie forestière Hickel (1932) signale sept espèces de *Tsuga.*

Dans son ouvrage sur les « Cultivated Conifers in North America », qui fait suite au traité sur les « Cultivated Evergreens », Bailey (1933), distingue huit espèces de *Tsuga. Ts. Canadensis* a, pour lui, seize variétés. Il ne se prononce pas sur le caractère hybride de *Ts. Jeffreyi.* La synonymie très embrouillée est étudiée avec un grand souci d'exactitude.

La même année, W. C. Cheng publie une revision des Conifères de Chine. Il fait une étude très détaillée au point de vue des caractères morphologiques et des indications géographiques, des espèces de *Tsuga,* qu'il considère. Ces espèces sont : *Ts. chinensis* (Franch) Pritzel, *Ts. yunnanensis* (Franch.) Masters et *Ts. longibracteata* Cheng, qu'il place dans la section *Hesperopeuce* Engelm. *Ts. chinensis* est considéré par l'auteur comme se trouvant aussi à Formose et au Chekiang, ce qui n'est pas mon opinion. Il considère une parenté étroite entre *Ts. yunnanensis* et *Ts. dumosa* Sarg. L'auteur admet l'opinion de Wilson qui ramène les espèces *Ts. dura* Downie, *Ts. leptophylla* Hand. Mzt., à *Ts. yunnanensis.* Mais il lui paraît préférable de rapprocher *Ts. indermedia* Hand. Mzt. de *Ts. yunnanensis,* plutôt que de *Ts. chinensis,* comme le veut Wilson.

Schnarf dans son gros ouvrage sur l'embryogénie des Gymnospermes donne de nombreux renseignements sur le genre *Tsuga.*

K. Sax et H. J. Sax étudient le nombre et la forme des chromosomes chez *Ts. caroliniana.*

Orr décrit les espèces correspondant aux récoltes de Forrest en Chine. Dans le genre *Tsuga*, il considère quatre espèces : *Ts. yunnanensis* Mast., *Ts. dura* Downie, *Ts. chinensis* Pritzel, et *Ts. Forrestii* Downie.

W. Y. Chun, en 1934, publie un catalogue de la flore du Kwangtung, dans lequel il signale *Ts. longibracteata* Cheng connu jusqu'ici seulement au Kweichow.

Dans sa flore Laurentienne, Frère Marie Victorin (1935) décrit *Ts. canadensis*.

En 1936, la révision du genre *Tsuga* m'a amenée à distinguer trois nouvelles espèces : l'une américaine *Ts. crassifolia*, les deux autres asiatiques : *Ts. Blaringhemi* et *Ts. tchekiangensis*. La première de ces espèces appartient à la section *Hesperopeuce*. Je crois légitime de considérer dix-huit espèces dans le genre.

II. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU GENRE

Avant d'aborder l'étude détaillée des différentes espèces, il est bon d'énumérer les caractères généraux du genre *Tsuga*. L'ordre suivi est le même que celui choisi pour la description des espèces.

NOM ET SYNONYMES

Le genre *Tsuga* a été créé par Carrière.

Genre *TSUGA* (ENDLICHER) CARRIERE.
[*ABIES* SPACH (*pro parte*).]

Abies section *micropeuce* Spach (1842), 424.
Micropeuce Gordon (1862), 13.
Pinus section *Tsuga* Endlicher (1847), 83, *pro parte*.
Tsuga Carrière (1867), 245.

TAILLE ET PORT

Les *Tsuga* sont des arbres de taille variable non seulement suivant les espèces mais encore pour une même espèce, suivant le milieu. C'est le cas, en particulier, pour *Ts. yunnanensis* dont la hauteur varie entre 9 et 60 mètres. On peut avoir de grands arbres ou au contraire des formes buissonnantes aux hautes altitudes. Les tailles les plus élevées ont été signalées pour *Ts. heterophylla* qui peut atteindre 75 mètres d'après Dallimore et Jackson. La plupart des autres espèces ne dépassent pas 30 m. Le tronc mesure en moyenne 1 m. à 2 m. 50 de tour. Il peut exceptionnellement atteindre 4 m. chez *Ts. longibracteata* et *Ts. heterophylla*, et même 4 m. 50 chez *Ts. Hookeriana*.

Le port, est pyramidal ou irrégulier. Les rameaux, étalés, sont le plus souvent horizontaux et pendants à l'extrémité.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Les feuilles de *Tsuga* sont isolées sur le rameau comme celles des *Abies*. Elles ont la forme d'aiguilles. Elles sont persistantes

sur l'arbre mais ne peuvent être conservées sur le rameau lorsque celui-ci est mis en herbier. Ce caractère n'est pas spécial au genre *Tsuga* puisqu'on l'observe aussi pour les *Picea*. La disposition des feuilles ne peut donc être étudiée que sur l'échantillon frais.

Les *Tsuga* se distinguent essentiellement des autres Abiétées par la présence sur les ramules de deux types extrêmes de feuilles. Les unes sont très courtes et insérées sur la face supérieure, les autres, latérales ou inférieures, peuvent être 3 et même 5 fois plus longues. Cette grande différence de taille, en relation avec la position sur le rameau, ne s'accompagne pas d'un dimorphisme marqué.

Trois espèces seulement, *Ts. Hookeriana, Ts. crassifolia* et surtout *Ts. longibracteata*, ne possèdent pas avec autant de netteté cette inégalité foliaire caractéristique du genre.

Les feuilles varient peu avec l'âge de l'arbre. Des plants de deux et trois ans que j'ai pu étudier, présentaient déjà la forme foliaire définitive (*Ts. canadensis. Ts. heterophylla, Ts. Sieboldii, Ts. Hookeriana.*

Il ne sera décrit, à propos des espèces distinguées, que les feuilles prises sur des branches basses d'arbres adultes. Il n'a pas été possible de se limiter aux feuilles d'un âge déterminé, un ou deux ans. Cette précision n'est possible que pour les genres qui conservent leurs feuilles en herbier. L'étude d'un très grand nombre de feuilles prises dans le mélange de chaque sachet a montré une très grande constance des caractères essentiels.

Morphologie. — *Forme.* — La feuille de *Tsuga* est, le plus souvent, linéaire.

Seules font exception la feuille de *Ts. diversifolia* qui est légèrement spatulée et celle de *Ts. canadensis* qui est, au contraire, un peu plus large vers la base qu'au sommet.

La feuille est droite pour la majorité des espèces. Elle est, au contraire, légèrement falquée chez *Ts. yunnanensis, Ts. patens,* et surtout *Ts. Hookeriana.*

La face supérieure présente un sillon médian plus ou moins profond. Ce sillon est tantôt continu sur toute la longueur de la feuille, tantôt plus court. Ceci est assez fréquent chez *Ts. heterophylla, Ts. caroliniana* et *Ts. Hookeriana.*

Un caractère très variable pour le genre mais constant pour les espèces est fourni par les bords latéraux de la feuille. Ceux-ci

sont entiers ou dentés. Les bords sont toujours entiers chez *Ts. chinensis, Ts. diversifolia, Ts. Blaringhemi, Ts. tchekiangensis, Ts. formosana, Ts. Forrestii, Ts. longibracteata* et *Ts. Sieboldii* pour les espèces asiatiques. En Amérique, seuls *Ts. caroliniana, Ts. crassifolia, Ts. Hookeriana* et *Ts. Jeffreyi* ont les bords dépourvus de dents. Ces dents sont des sortes de poils analogues à ceux que l'on observe sur les feuilles de Pins.

Les dents sont localisées dans le tiers supérieur de la feuille chez *Ts. calcarea*. La moitié de la feuille en possède chez *Ts. yunnanensis*. Les dents s'observent plus bas encore chez *Ts. patens* et *Ts. canadensis*. Enfin, elles atteignent presque la base dans *Ts. heterophylla*. Les feuilles courtes sont généralement moins dentées que les feuilles longues.

Dimensions. — Les *Tsuga* ont des feuilles de longueur réduite. Dans la plupart des espèces cette dimension ne dépasse pas 20 mm. Seul *Ts. longibracteata* possède des feuilles pouvant atteindre 27 mm.

Les feuilles courtes ou de la face supérieure du rameau ont une longueur souvent très faible. Chez *Ts. formosana,* par exemple, il y a des feuilles de 4 mm. correspondant à des feuilles longues de 12 mm. Chez *Ts. heterophylla* les feuilles courtes sont réduites à 5 mm., les feuilles longues atteignent 20 ou 23 mm.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, la longueur de la feuille varie entre des limites plus rapprochées dans *Ts. longibracteata* (11 et 27 mm.), *Ts. Hookeriana* et *Ts. crassifolia* (13 et 25 mm.).

Les feuilles sont plus ou moins larges suivant les espèces. La largeur moyenne est 2 mm. Les valeurs extrêmes sont 1,3 mm. chez *Ts. Hookeriana* et 2,5 mm. environ chez *Ts. yunnanensis.*

L'épaisseur varie aussi. Plusieurs espèces ont des feuilles plates. Les feuilles les plus épaisses sont celles de *Ts. crassifolia,* qui atteignent 1,3 mm. d'épaisseur.

Couleur. — Les deux faces de la feuille sont identiques. En général, la face supérieure est verte, plus ou moins foncée et plus ou moins brillante. La face inférieure diffère par la présence de deux bandes blanches de stomates, séparées par la nervure verte. De plus, les bandes stomatifères n'atteignent généralement pas le bord de la feuille et laissent deux bordures vertes de largeur variable suivant les espèces.

Dans *Ts. Hookeriana* et *Ts. crassifolia,* seulement les deux faces de la feuille sont identiques, vert clair et glauques.

Odeur. — Les feuilles froissées ont une odeur de résine.

Stomates. — La face inférieure présente toujours deux bandes blanchâtres ou blanches formées par les lignes de stomates. Le nombre de ces lignes varie suivant les feuilles dans une même espèce. Il varie aussi quelquefois suivant les espèces. Il est rarement supérieur à 10. On considère quelquefois dans la détermination la largeur comparée de la bande stomatifère et de la bordure verte. Ce caractère distingue par exemple deux endémiques du Japon : *Ts. diversifolia* et *Ts. Sieboldii;* il distingue aussi *Ts. canadensis* et *Ts. heterophylla* dont les feuilles, dentées, ont quelque analogie.

Comme dans les *Abies,* les *Keteleeria* et les *Picea,* la face supérieure des feuilles de *Tsuga* est quelquefois pourvue de stomates. Ceux-ci sont très nombreux chez *Ts. Hookeriana, Ts. crassifolia* et *Ts. longibracteata.* Les lignes discontinues couvrent toute la face supérieure de la feuille. Les stomates sont moins nombreux sur la face supérieure de *Ts. Jeffreyi.*

La structure des stomates a été étudiée par Florin (1931) (fig. 1).

La distinction entre les sections *Eutsuga* et *Hesperopeuce* lui est apparue justifiée. Les *Eutsuga* sont fréquemment monocycliques ou incomplètement amphicycliques, car dans ce deuxième cas, les cellules polaires de la couronne manquent (B, C, D, E).

Il n'y a qu'une cellule polaire pour deux stomates (pN). Il arrive aussi que les stomates étant très serrés, une cellule compagne est commune à deux ou trois d'entre eux. On compte 4 à 6 cellules compagnes, dont 2 polaires. Florin a observé chez *Ts. Brunoniana* (*sub dumosa*) et *Ts. yunnanensis,* une disposition spéciale des cellules compagnes latérales.

Les diverses espèces de *Eutsuga* étudiées par la même auteur, ont des appareils stomatiques très voisins. Les différences résident dans le nombre et l'écartement des rangées de stomates, dans la disposition monocyclique ou incomplètement amphicyclique, dans la structure des membranes externes des cellules compagnes.

Dans les *Hesperopeuce, Ts. Hookeriana* (*sub Pattoniana*) a été seul décrit. Il est amphistomatique et les stomates possèdent 4 à 6 cellules compagnes dont 2 polaires. La différence essentielle

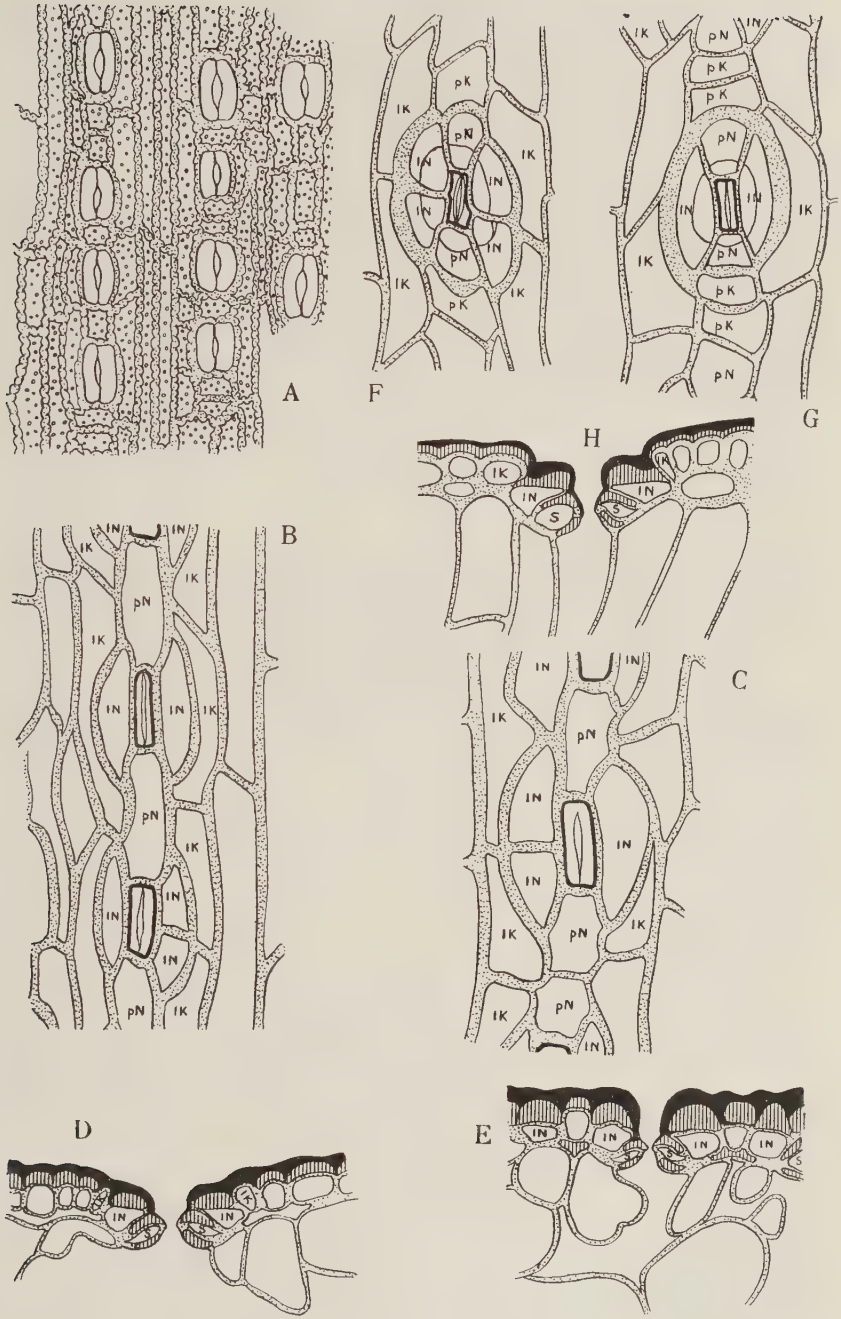


Fig. 1. — Epiderme et stomates de la feuille. — A : *Ts. longibracteata* (× 200); B, D: *Ts. heterophylla;* C, E: *Ts. diversifolia;* F, G. H: *Ts. Hookeriana* (d'après Florin) (× 300).

avec la section précédente est la présence des cellules polaires de la couronne; ces cellules manquent dans les *Eutsuga* amphicycliques. De plus, chez *Ts. Hookeriana*, la cuticule de la paroi externe des cellules compagnes présente une partie proximale fine et une partie distale très épaisse. Cette complexité n'existe pas chez les *Eutsuga* étudiés par FLORIN.

J'ai pu constater une différence très nette entre *Ts. longibracteata*, et les espèces décrites par FLORIN. Dans *Ts. longibracteata*, en effet, les membranes épidermiques présentent des sinuosités dues à la présence de ponctuations incomplètes. Ces ponctuations sont souvent placées vis-à-vis, des deux côtes de la membrane (A). Il y a là une différence essentielle avec les membranes lisses des autres espèces étudiées jusqu'ici. *Ts. longibracteata*, qui possède d'autres caractères spéciaux, pourrait peut-être constituer une troisième section.

Extrémités. — L'apex de la feuille présente différentes formes suivant les espèces. Dans les espèces asiatiques il est, le plus souvent large, arrondi et émarginé. Il n'y a jamais de feuilles bifides, les deux lobes terminaux étant très arrondis.

L'apex est encore échancré mais plus ogival dans *Ts. patens*. Enfin deux espèces asiatiques ont des feuilles entières et aiguës au sommet. Ce sont *Ts. yunnanensis* dont l'apex est ogival et *Ts. longibracteata* où il est plus aigu.

Ces différentes formes ne se retrouvent pas dans les espèces américaines. L'apex n'est jamais échancré. Il est seulement déprimé dans *Ts. caroliniana*. Dans les autres, il est entier, arrondi ou en ogive.

La base est toujours atténuée en une sorte de pétiole souvent long et étroit. Ce pétiole est droit dans *Ts. crassifolia* et *Ts. Hookeriana*. Il est genouillé dans les autres espèces où il forme avec la nervure un angle droit ou obtus. Cette courbure du pétiole s'accompagne d'une légère torsion qui entraîne la disposition subdistique des feuilles.

Insertion. — On observe seulement deux modes d'insertion des feuilles. Dans la grande majorité des espèces la disposition est subdistique. Les feuilles sont placées de chaque côté du ramule sur 3 ou 4 plans à peu près horizontaux. Les feuilles courtes sont un peu plus redressées que les autres. La face inférieure du ramule est absolument nue. La face supérieure est en grande partie

apparente. Il peut arriver (*Ts. canadensis*) que les feuilles de la face supérieure ne soient pas déjetées latéralement. Elles sont, au contraire, rabattues vers l'avant. Leur pétiole est genouillé mais non tordu. Le ramule est, par suite, apparent entre les feuilles.

Le deuxième type d'insertion est spécial à *Ts. Hookeriana* et probablement à *Ts. crassifolia*. Les feuilles sont toutes également rabattues vers l'avant. La face supérieure ne se distingue pas des faces latérales. Il est à remarquer que cette disposition est en relation avec l'existence d'un pétiole non genouillé et non tordu.

La disposition des feuilles n'a pu être figurée pour plusieurs espèces, faute de matériel; mais l'examen du pétiole permet d'imaginer quelle est l'insertion possible des feuilles pour ces espèces.

La densité des feuilles sur le rameau est variable. Elle est indiquée par le nombre de cicatrices sur une longueur déterminée du ramule.

Anatomie. — Les caractères anatomiques ont été étudiés dans la portion moyenne de la feuille longue. Ils sont d'ailleurs analogues à ceux observés au même niveau dans la feuille courte.

Forme de la section. — Dans la plupart des cas la section de la feuille est elliptique, aviculaire. Elle est triangulaire, arrondie chez *Ts. Jeffreyi*, triangulaire chez *Ts. longibracteata*. Elle peut devenir presque circulaire chez *Ts. crassifolia*. Le bord supérieur est convexe et présente un sillon plus ou moins profond. C'est chez *Ts. yunnanensis* et *Ts. Brunoniana*, que ce sillon est le plus marqué.

La nervure est peu saillante sur la face inférieure dans les espèces à feuilles plates.

Les bords latéraux de la feuille sont généralement aigus et l'angle formé se recourbe quelquefois vers le bas. La disposition est réalisée au maximum dans *Ts. yunnanensis* et *Ts. Brunoniana*. Les deux espèces *Ts. diversifolia* et *Ts. Blaringhemi* du Japon ont au contraire des bords largement arrondis.

Certaines espèces sont bien caractérisées par les variations du rapport de la largeur de la feuille à son épaisseur. Ce rapport est voisin de 1 dans *Ts. Hookeriana* et *Ts. crassifolia*. Au contraire, il varie de 4,5 à 5,8 dans *Ts. patens*. Il peut dépasser 6 dans *Ts. yunnanensis*. Dans les autres espèces, ce rapport présente une valeur moyenne assez constante.

Epiderme. — Il est constitué par une assise de cellules rectangulaires à membrane externe fortement cutinisée. Cette membrane est généralement plate, non papilleuse (fig. 2), excepté sur la face inférieure, au niveau de la nervure. Seuls *Ts. crassifolia* et

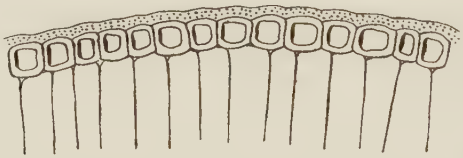


Fig. 2. — Epiderme de *Ts. yunnanensis* (× 200).

Ts. Hookeriana possèdent un épiderme dont toutes les cellules sont convexes sur leur face externe. Les membranes internes et radiales sont épaisses et lignifiées.

Sous-épiderme. — Le sous-épiderme (hypoderme ou exoderme des auteurs), est formé de fibres épaissies et sclérifiées. Leur ca-

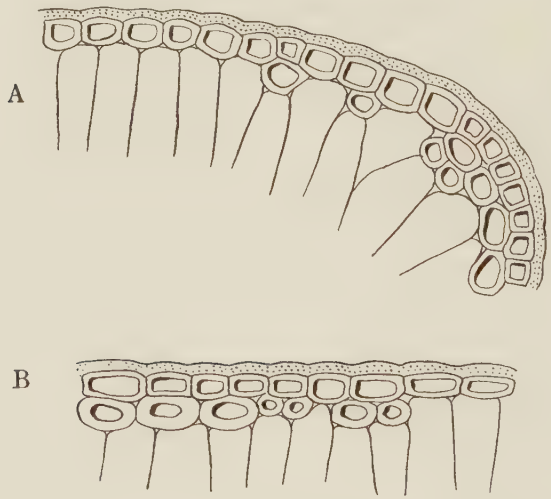


Fig. 3. — Sous-épiderme (× 200). — A : *Ts. heterophylla;* B : *Ts. diversifolia.*

vité est plus étroite que celle des cellules épidermiques et souvent ponctiforme (fig. 3 B).

La disposition du sous-épiderme est un caractère spécifique. Il faut distinguer les espèces qui ont des stomates sur la face su-

périeure des feuilles de celles qui en sont dépourvues. Dans les premières, le sous-épiderme est très abondant, mais toujours interrompu au niveau des stomates (*Ts. Hookeriana, Ts. crassifolia*) et, par suite, plus ou moins discontinu. Dans *Ts. Jeffreyi*, il manque même sur la face inférieure, des deux côtés du canal.

Dans les espèces hypostomatiques, le sous-épiderme manque toujours au niveau des bandes de stomates. Ailleurs, il est soit continu (*Ts. calcarea, Ts. Forrestii*) soit plus ou moins discontinu. *Ts. yunnanensis* et *Ts. Brunoniana* présentent une disposition caractéristique. Chez *Ts. canadensis* le sous-épiderme est presque nul.

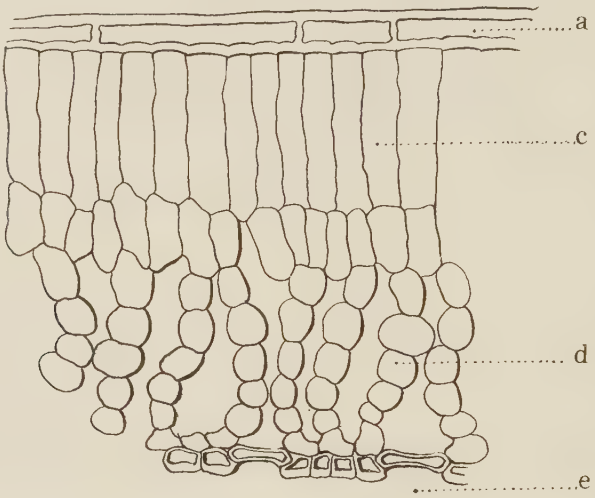
Chlorenchyme. — Sur la face supérieure le chlorenchyme est différencié en tissu palissadique. On compte 1 à 3 assises de cellules étroites et allongées en section transversale. C'est chez *Ts. yunnanensis* et *Ts. Brunoniana*, que ce tissu est le mieux individualisé. Bien qu'il occupe la moitié de l'épaisseur de la feuille, il n'y est formé que d'une assise de cellules (fig. 4). Les membranes latérales sont finement ondulées (fig. 4 et 6). On n'observe pas, comme chez les *Pseudotsuga* et les *Keteleeria*, de grandes ponctuations circulaires dans chaque cellule.

Sur la face inférieure, le tissu palissadique manque dans la plupart des espèces, à l'exception de *Ts. Hookeriana* et *Ts. crassifolia*. Dans ces derniers, en effet, il n'y a pas de différences morphologiques entre les deux faces. Il n'y a pas non plus de différences anatomiques aussi sensibles que dans les autres espèces. Le tissu palissadique forme un manchon continu sous les stomates. De plus, ce tissu est peu différencié du reste du chlorenchyme médian. On a donc une disposition assez analogue à celle des Epicéas à feuilles épaisses. En outre, Lacassagne (p. 42) décrit chez *Picea polita* un chlorenchyme dont les cellules présentent des parois sinueuses. Ce caractère se retrouve plus ou moins accusé dans d'autres espèces de *Picea*. La ressemblance se poursuit donc entre les deux genres.

Les autres espèces de *Tsuga* présentent sur la face inférieure un chlorenchyme différencié en tissu lacuneux (fig. 4 et 6). On a donc une disposition analogue à celle des *Abies*, des *Pseudotsuga*, et des *Keteleeria*.

Le parenchyme foliaire des *Tsuga* ne renferme de sclérites que dans une seule espèce *Ts. longibracteata*. Cette espèce possède donc un caractère qui permet de la rapprocher des *Pseudotsuga*.

Mais la forme des sclérites n'est pas la même dans les deux genres. Ramifiés dans les *Pseudotsuga* où ils ont reçu le nom « d'idioblastes » ils sont simples chez *Tsuga longibracteata* (fig. 5). Ils



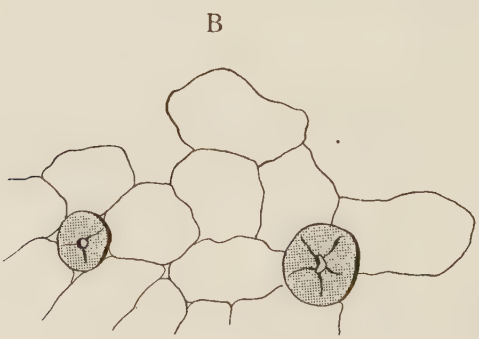


Fig. 4. — Section longitudinale de la feuille chez *Ts. yunnanensis* (× 120). — *a*, épiderme; *c*, tissu palissadique; *d*, tissu lacuneux; *e*, stomates.

Fig. 5. — Sclérites dans le parenchyme foliaire de *Ts. longibracteata*. — A : section longitudinale (× 25); B : section transversale (× 200; *c*, tissu palissadique; *d*, tissu lacuneux.

sont aussi plus nombreux et se présentent comme les fibres sclérifiées décrites dans le parenchyme d'*Abies firma*. Un élément analogue a été observé dans quelques rares sections foliaires de *Keteleeria*. Il s'agissait là d'une exception. *Ts. longibracteata* possède donc une structure très particulière dans le genre *Tsuga*.

Canal résinifère. — Un caractère essentiel du genre, qui le distingue des autres Abiétinées, est l'existence d'un seul canal résinifère dans la feuille. Il occupe une position médiane sous la nervure.

Ce canal est toujours marginal, accolé au sous-épiderme de la face inférieure ou, exceptionnellement, à l'épiderme (*Ts. canadensis*).

Très variable est la position du canal par rapport à la nervure. On a déjà insisté sur ce fait pour séparer *Ts. Hookeriana* des autres espèces (Van Tieghem).

On trouve tous les cas intermédiaires entre l'indépendance complète du canal et de l'endoderme et l'inclusion du canal dans l'endoderme. Cette dernière disposition est presque réalisée dans *Ts. chinensis*. Les espèces se classent dans l'ordre suivant :

Ts. longibracteata dans lequel le canal est indépendant mais plus voisin de l'endoderme que dans *Ts. Hookeriana* et *Ts. crassifolia*. Il est intéressant de signaler la nouvelle analogie entre les espèces amphistomatiques, analogie qui les oppose à toutes les autres espèces.

Vient ensuite *Ts. Jeffreyi* dans lequel le canal est tangent à l'endoderme et qui ressemble donc ainsi qu'on pouvait s'y attendre aux précédents.

Ts. heterophylla présente la même disposition.

Ts. canadensis et *Ts. calcarea* ont le canal à peine inclus dans l'endoderme.

Dans *Ts. diversifolia, Ts. Blaringhemi, Ts. Sieboldii, Ts. formosana, Ts. Forrestii, Ts. patens, Ts. caroliniana,* le canal est à demi inclus.

Enfin *Ts. yunnanensis* est le plus voisin de *Ts. chinensis*.

Le canal résinifère est, en général, limité extérieurement par une seule assise de cellules protectrices à membranes épaissies légèrement lignifiées. Seuls font exception *Ts. caroliniana* qui possède quelquefois deux assises de cellules protectrices, et *Ts. longibracteata,* dont l'assise unique est bien lignifiée.

Le diamètre du canal varie suivant les espèces. Il présente son minimum dans *Ts. longibracteata* et *Ts. caroliniana*. Il est, au contraire, très grand dans les trois espèces du Japon : *Ts. diversifolia, Ts. Sieboldii* et *Ts. Blaringhemi*. Ce fait mérite d'être signalé puisqu'il se retrouve dans les autres Abiétinées du Japon : *Abies, Picea, Pseudotsuga*. Les espèces japonaises de ces genres ont de grands canaux résinifères dans la feuille.

Cylindre central. — Le cylindre central, que j'ai désigné souvent sous le nom plus simple de nervure, est limité par une assise de cellules du chlorenchyme différenciée en endoderme. Cet endoderme est formé de cellules à membranes radiales épaissies. On compte généralement une vingtaine de cellules, plus petites au voisinage du plan médian de la feuille que vers les ailes. Les cellules sont moins nombreuses dans *Ts. canadensis, Ts. formosana* et *Ts. heterophylla* qui ont des nervures de faibles dimensions.

L'endoderme est complet, ou incomplet au contact du canal, suivant les espèces (cf. descriptions).

A l'intérieur se trouvent les éléments conducteurs. Il y a toujours deux faisceaux libéro-ligneux. Mais ils sont plus ou moins distincts. En général, ils sont séparés par une file de cellules parenchymateuses, riches en cristaux d'oxalate. Ces cellules peuvent être très aplaties et les deux faisceaux presque accolés. C'est le cas chez *Ts. Hookeriana*. La séparation des deux faisceaux est plus nette chez *Ts. heterophylla* ou *Ts. caroliniana*. Elle est encore plus marquée chez *Ts. longibracteata* (cf. description).

Autour des faisceaux se trouvent des cellules parenchymateuses banales et d'autres qui présentent des membranes plus épaisses à ponctuations aréolées. C'est le tissu de transfusion. La disposition de ce tissu est très variable et caractéristique de certaines espèces.

Chez *Ts. longibracteata*, le tissu de transfusion est très réduit et formé d'un petit nombre de cellules placées latéralement contre l'endoderme.

Dans toutes les autres espèces, à l'exception de *Ts. crassifolia* et de *Ts. Hookeriana*, on observe deux plages latérales plus ou moins grandes de cellules ponctuées. Chez *Ts. Hookeriana*, les deux plages sont réunies en un arc continu qui longe l'endoderme sous les faisceaux conducteurs.

Les *Tsuga* se distinguent des autres Abiétées par la rareté des

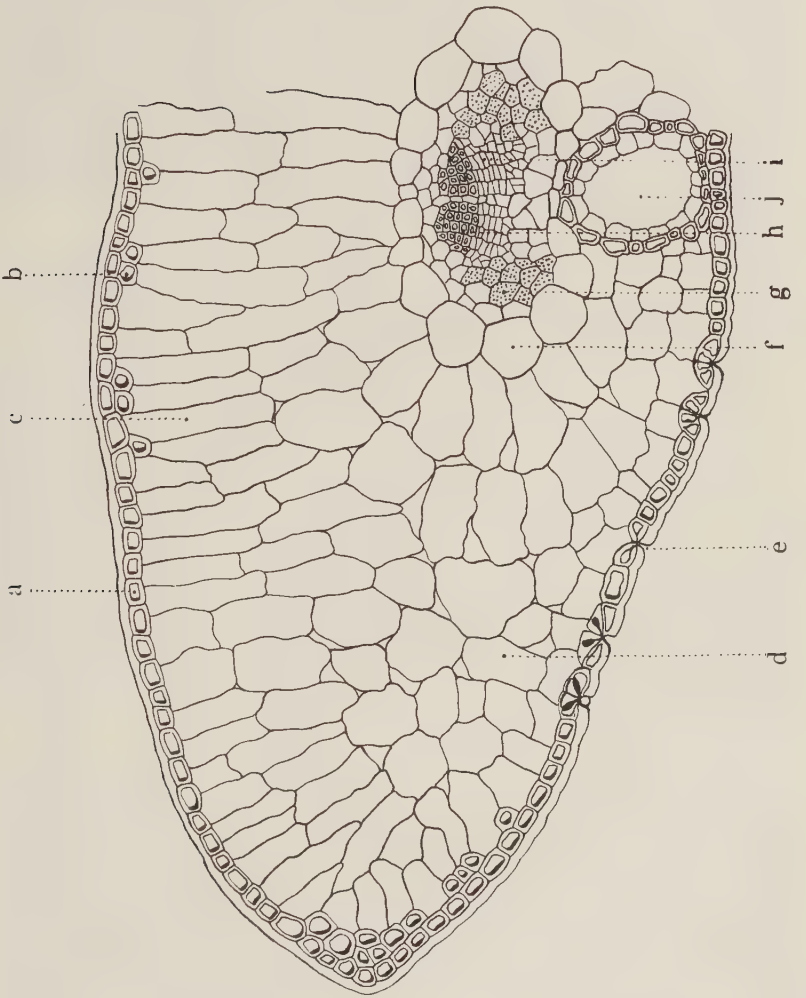


Fig. 6. — Section transversale de la feuille chez *Ts. heterophylla* (×120). — *a*, épiderme; *b*, sous-épiderme; *c*, tissu palissadique; *d*, tissu lacuneux; *e*, stomates; *f*, endoderme; *g*, tissu aréolé; *h*, bois; *i*, liber; *j*, canal sécréteur.

fibres sclérifiées dans le cylindre central. Ces fibres ne manquent jamais chez les *Pseudotsuga,* les *Abies.* Chez les *Tsuga,* on ne les observe que dans un petit nombre d'espèces où leur présence n'est pas toujours constante (*Ts. calcarea, Ts. chinensis, Ts. diversifolia, Ts. Blaringhemi, Ts. yunnanensis;* seuls, *Ts. patens* et *Ts. longibracteata* possèdent vraiment des fibres analogues à celles des genres voisins. Mais chez *Ts. longibracteata,* elles sont plus nombreuses et à cavité ponctiforme (fig. 7).

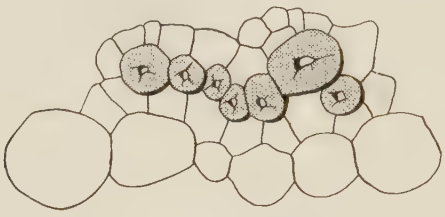


Fig. 7. — Fibres sclérifiées dans le cylindre central chez *Ts. longibracteata* (× 200).

La structure anatomique diffère sensiblement lorsqu'on considère le sommet ou la base de la feuille. C'est pourquoi il est nécessaire, pour la comparaison des espèces, de faire les coupes au même niveau.

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Feuille de rameau fertile. — Elle n'a pu être étudiée avec certitude que sur des échantillons provenant de l'Arboretum des Barres. Elle ne diffère pas de la feuille de rameau stérile.

Feuille de la flèche. — Elle a été étudiée sur des individus de l'Arboretum des Barres. Quelques espèces seulement ont été considérées : *Ts. chinensis, Ts. Sieboldii, Ts. canadensis, Ts. caroliniana, Ts. heterophylla, Ts. Hookeriana.*

La plupart des caractères sont analogues à ceux de la feuille de rameau stérile. Les dimensions sont comparables. La feuille de la flèche peut cependant être plus large. L'apex et la base sont identiques. Les stomates présentent la même répartition.

Il y a cependant quelquefois un caractère différentiel à noter. Chez *Ts. chinensis* et *Ts. Hookeriana,* la feuille de la flèche présente des denticulations des bords latéraux près de l'apex. Or la feuille de rameau stérile a toujours les bords entiers.

RAMULE

Les *Tsuga* ne possèdent qu'un seul type de rameaux : des rameaux longs. Pour l'homogénéité de l'étude il n'a été décrit ici que les ramules du même âge, de première année. Les caractères se modifient peu durant les trois ou quatre premières années. Les modifications importantes ont été signalées.

Morphologie. — *Dimensions.* — La plupart des espèces de *Tsuga* ne peuvent être caractérisées par les dimensions des ramules. Celles-ci varient en effet sous des causes multiples : position du ramule sur un rameau principal ou secondaire, développement de ces derniers, vigueur de la branche et de l'arbre. Cependant le ramule est particulièrement robuste dans *Ts. Hookeriana.* Il est grêle dans *Ts. diversifolia* par exemple.

Couleur. — Elle est toujours marron, plus ou moins claire, rougeâtre ou jaunâtre. En général, les cicatrices foliaires ont une couleur rouge qui tranche sur le reste du ramule.

Pubescence. — Le ramule de *Tsuga* est, le plus souvent, pubescent. Seul, fait exception, *Ts. Sieboldii* qui est glabre et se distingue ainsi nettement des deux autres espèces du Japon. La pubescence est souvent nulle dans *Ts. formosana* et *Ts. longibracteata.* Les autres espèces sont plus ou moins pubescentes.

C'est *Ts. heterophylla* qui réalise le maximum. Le ramule même âgé de 5 ou 6 ans possède un feutrage de longs poils grêles et clairs.

La longueur des poils est en relation avec la structure uni ou pluricellulaire. Les poils courts sont toujours formés d'une seule cellule en doigt de gant. Les poils allongés sont bi ou tricellulaires, étroits au sommet (fig. 8).

Cicatrices. — Les cicatrices foliaires sont à peu près perpendiculaires à l'axe du ramule. Une forte et longue cannelure les accompagne. La forme de ces cicatrices est semi-circulaire. Leur bord plan est, le plus souvent, en contact avec le ramule. Une disposition spéciale s'observe dans *Ts. Hookeriana* et *Ts. crassifolia.* Dans ces deux espèces, il y a des sortes de coussinets foliaires, ou d'apophyses, analogues à celles décrites sur les ramules des *Picea.* La cicatrice foliaire est, par suite, saillante et sans contact avec le ramule. Celui-ci est du type rugueux. Cette disposition se retrouve atténuée dans le ramule de *Ts. Jeffreyi,* qui re-

présente, pour ce caractère comme pour d'autres, un type intermédiaire.

Anatomie. — La section du ramule présente quelque analogie avec celle des *Picea*. Elle est très irrégulière par suite de la pré-

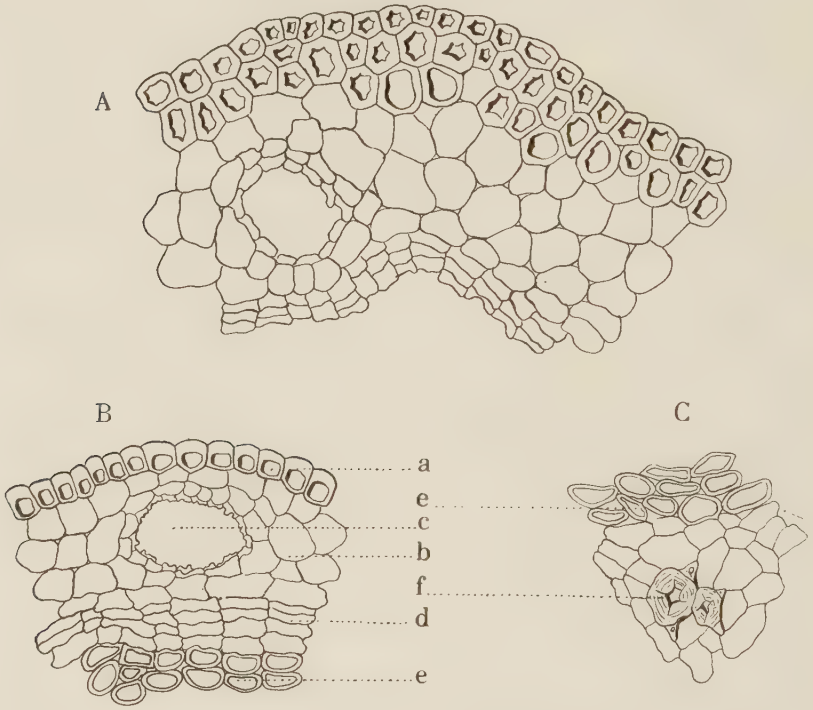


Fig. 8. — Section transversale dans le ramule jeune. — A : *Ts. longibracteata* (× 120); B : *Ts. formosana* (× 160); C : *Ts. diversifolia* (× 200); *a*, épiderme; *b*, zone corticale externe; *c*, canal sécréteur; *d*, liège; *e*, zone corticale interne collenchymateuse; *f*, sclérites de l'écorce.

sence de cannelures saillantes et de nombreux sillons. Sa forme dépend du niveau.

On distingue les éléments suivants : épiderme, écorce externe (c'est-à-dire zone comprise entre l'épiderme et le liège), liège, écorce interne, cylindre central.

Epiderme. — Il persiste malgré la formation du liège sur les ramules de 1 à 6 ou 7 ans environ. Plus tard, il s'exfolie, entraînant avec lui l'écorce externe subérifiée. L'épiderme est formé de

cellules régulières, à membranes épaissies et lignifiées. L'épaississement des membranes est particulièrement marqué chez *Ts. Hookeriana* où l'on observe des ponctuations à section transversale ovale. On observe aussi une forte lignification chez *Ts. longibracteata* (fig. 8 A).

La membrane externe des cellules épidermiques est convexe, légèrement papilleuse et fortement cutinisée (fig. 9).

Dans la plupart des espèces, les cellules épidermiques des ramules jeunes portent des poils. Ceux-ci sont uni ou bicellulaires, courts, en doigt de gant, ou bien longs et pointus (fig. 9).

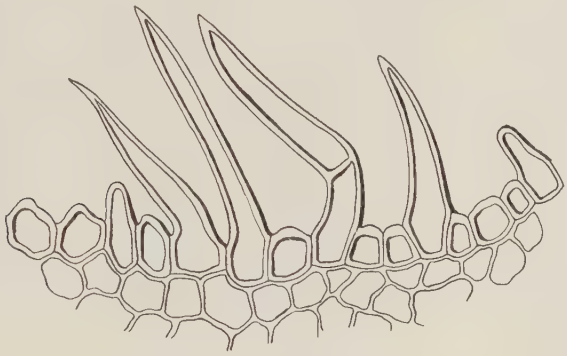


Fig. 9. — Epiderme du ramule chez *Ts. heterophylla* (× 200).

Ecorce externe. — On peut désigner sous ce nom les assises de cellules situées sous l'épiderme et limitées intérieurement par le liège. Dans son étude du genre *Picea,* Lacassagne (p. 23), désigne cette région sous le nom de parenchyme herbacé, terme de Bertrand (p. 77).

L'écorce des *Tsuga* est formée d'un très petit nombre d'assises de cellules subérifiées. Il peut arriver que l'assise la plus externe ait des membranes très épaisses incomplètement lignifiées. Elle forme une sorte de sous-épiderme (*Ts. caroliniana*).

C'est dans cette écorce externe que se trouvent les canaux sécréteurs.

Les *Tsuga* se différencient des autres Abiétinées chez lesquelles les canaux sécréteurs sont situés dans l'écorce interne, à l'intérieur du liège. Dans les *Tsuga,* au contraire, les canaux sont à l'extérieur du liège, dans la zone qui s'exfolie. Ceci explique pour-

quoi certains auteurs signalent que les canaux résinifères manquent dans l'écorce des *Tsuga*. En réalité, ils manquent dans l'écorce interne, là où ils se trouvent dans les autres genres.

Ces canaux résinifères sont mal délimités. On n'observe pas une assise de cellules protectrices nettes (fig. 8).

Le diamètre est variable. Il en est de même du nombre qui est le plus souvent réduit à 2 ou 3. C'est dans *Ts. heterophylla* que les canaux sont le plus nombreux.

La présence d'un canal résinifère au centre des cannelures permet de penser que ce canal passe dans la feuille. En réalité, des coupes dans le pétiole de la feuille, chez plusieurs espèces, n'ont pas présenté de canal résinifère.

Liège. — Dès la première année, il apparaît une à cinq assises de liège. Contrairement à ce qui se produit chez les genres voisins, on n'observe pas de cellules pierreuses au cours des deux premières années. Ces formations n'apparaissent qu'au bout de cinq ou six ans. Elles forment alors un cordon continu. Elles sont identiques à celles des autres Abiétées. Leurs membranes externes très épaissies sont pourvues de trabécules radiaux, à section ovale.

Ecorce interne. — Elle est formée d'un parenchyme plus ou moins divisé en deux zones distinctes. Sous le liège, les cellules sont petites, arrondies, à membranes collenchymateuses. Quelquefois le parenchyme cortical plus interne est lacuneux.

En général, les sclérites manquent dans l'écorce des ramules jeunes. J'ai pu en observer cependant chez *Ts. diversifolia* et *Ts. Blaringhemi*. Ce sont des fibres sclérifiées, à section polygonale. Elles sont isolées ou groupées (fig. 8 C).

Cylindre central. — Il renferme les tissus conducteurs primaires et secondaires Au centre est une moelle.

Liber. — Le liber est formé de deux sortes d'éléments :

1° des tubes criblés;

2° de grandes cellules parenchymateuses qui forment des files radiales et tangentielles séparent les plages criblées (fig. 10). Cette disposition se retrouve dans toutes les espèces.

Bois. — En coupe transversale, il forme un anneau à peu près continu.

Rayons médullaires. — Ils sont toujours formés d'une assise de cellules à membranes ponctuées. Ces ponctuations sont simples, à section allongée radialement. Elles sont disposées sur une ou

deux rangées et analogues à celles observées chez les *Keteleeria* et les *Pseudotsuga*.

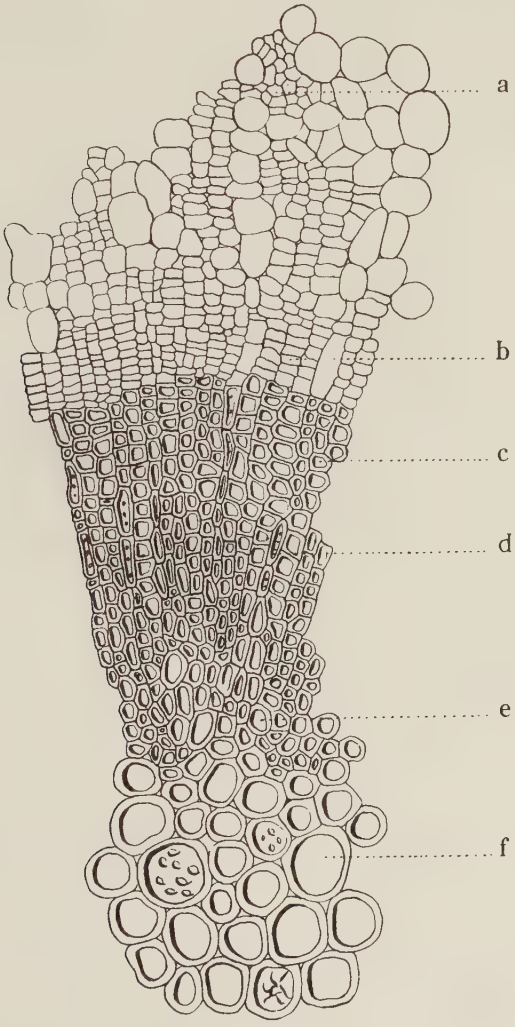


Fig. 10. — Section du ramule chez *Ts. yunnanensis* (× 200). — *a*, liber primaire; *b*, liber secondaire; *c*, bois secondaire; *d*, rayon médullaire du bois; *e*, bois primaire; *f*, moelle.

Moelle. — Au centre du ramule est une moelle à contour étoilé. Elle forme, en général, 5 pointes principales qui pénètrent en coin dans le bois. Les cellules de la moelle ont toujours des membranes

sclérifiées. La sclérification est plus intense à la périphérie où les cellules ont une cavité plus réduite qu'au centre. Comme chez les *Keteleeria*, les membranes sont ponctuées.

BOURGEON

Disposition. — Les bourgeons sont généralement disposés dans la moitié terminale du ramule. A l'extrémité se trouve un bourgeon terminal, duquel le bourgeon subterminal est plus ou moins rapproché. Un troisième bourgeon s'ajoute souvent aux précédents à l'extrémité du rameau. Une disposition spéciale s'observe chez *Ts. diversifolia*. Les bourgeons sont très nombreux et particulièrement dans la partie terminale du rameau. Il en résulte une grande ramification bien caractéristique de l'espèce.

Les feuilles terminales du ramule cachent en partie le bourgeon. Celui-ci porte à la base les dernières cicatrices foliaires.

Forme. — Les différentes formes se ramènent à quatre types principaux :

Type ovoïde pointu : *Ts. Hookeriana, Ts. crassifolia, Ts. canadensis, Ts. longibracteata, Ts. Sieboldii.*

Type ovoïde : Ex.: *Ts. heterophylla, Ts. formosana.*

Type ovoïde cylindrique : *Ts. chinensis.*

Type globuleux. Ex.: *Ts. diversifolia, Ts. Forrestii.*

Dimensions. — Les dimensions sont toujours faibles. Les plus gros bourgeons sont ceux de *Ts. formosana* qui atteignent 5 mm. de long.

Ecailles. — Le nombre des écailles est en relation avec la taille du bourgeon. C'est chez *Ts. chinensis* et *Ts. formosana* qu'elles sont les plus nombreuses.

Le bord externe est tantôt arrondi tantôt en ogive ou aigu.

Il est intéressant de remarquer l'existence d'une carène médiane sur les écailles de certains bourgeons. Ce caractère se retrouve en effet dans certains bourgeons d'Epiceas. Cette carène est plus ou moins aiguë. Elle n'existe souvent que sur les écailles inférieures. Ex : *Ts. chinensis, Ts. Forrestii,* etc... Chez *Ts. formosana* toutes les écailles sont carénées.

La couleur des écailles est à peu près la même dans toutes les espèces. C'est celle du ramule. De même la villosité paraît en relation avec la pubescence du ramule. Les écailles sont glabres chez

Ts. Siebodii. Elles sont d'ailleurs pubescentes dans toutes les espèces américaines.

Après le développement du bourgeon, les écailles inférieures persistent toujours et séparent les ramules d'âges différents.

Enduit cireux. — On n'observe jamais d'enduit cireux abondant comme chez les *Abies*. Il est toujours très léger et brillant.

RACINE

Van Tieghem estime qu'il n'y a pas de canal central dans la racine. Les auteurs plus récents indiquent un canal central.

CHATONS

Les fleurs mâles sont disposées comme chez les *Picea* et *Abies*, latéralement, à l'aisselle d'une feuille, sur le rameau.

Il est curieux de constater qu'aucun auteur n'a étudié le pollen de ce genre, au moins à ma connaissance, malgré la bibliographie la plus récente. J'ai pu observer que les grains de pollen ont une exine rugueuse, ne formant pas de poches aérifères.

CONE

Les cônes sont pendants à l'extrémité des ramules. Ils ne se désarticulent pas sur l'arbre. Dans la plupart des espèces ils sont sessiles. Chez *Ts. chinensis, Ts. diversifolia, Ts. patens, Ts. longibracteata* existe généralement un court pédoncule.

Forme. — La forme du cône varie nettement suivant son âge et son état de maturation. Le cône jeune est ovoïde, étroit et pointu à l'extrémité. Puis la forme devient plus obtuse au sommet (cf. *Ts. canadensis*). Enfin, les écailles s'écartant davantage peuvent, dans certains cas (*Ts. heterophylla*), devenir perpendiculaires à l'axe. Le cône est alors globuleux. Trois espèces seulement font exception : *Ts. longibracteata, Ts. crassifolia* et *Ts. Hookeriana* chez lesquelles le cône est ovoïde cylindrique.

Couleur. — Avant maturité le cône est souvent violet sombre ou marron violacé (*Ts. Jeffreyi, Ts. Hookeriana*), puis il devient marron jaunâtre ou rougeâtre suivant les espèces.

Dimensions. — Tandis que dans les autres Abietées la longueur du cône varie beaucoup suivant les espèces, chez les *Tsuga* elle présente seulement trois sortes de valeurs possibles.

La plus grande taille s'observe chez *Ts. crassifolia*. Elle ne dépasse pas 6 centimètres pour les échantillons que j'ai étudiés. FITSCHEN indique 8 centimètres pour *Ts. Hookeriana*. Vient ensuite *Ts. longibracteata* dont le cône atteint 3,5 cm. Dans toutes les autres espèces la longueur maxima est 2 ou 2,5 cm.

Ecailles. — Les écailles de la région moyenne du cône sont seules considérées dans les descriptions ci-dessous. La forme des écailles, qui paraît assez constante à première vue, présente en réalité, des variations notables suivant les espèces. Le rapport de la hauteur totale de l'écaille à sa largeur est, suivant les cas, inférieur à 1 (Ex.: *Ts. Sieboldii*), égal à 1 (Ex.: *Ts. yunnanensis*) ou supérieur à 1 (Ex.: *Ts. heterophylla*).

Dans tous les cas, on distingue deux parties : une base cunéiforme, courte et large et le limbe. Celui-ci a un contour variable suivant les espèces, orbiculaire ou quadrangulaire. Il forme deux oreillettes latérales plus ou moins marquées, situées soit au niveau de la base, soit vers le milieu de la hauteur de l'écaille (*Ts. longibracteata, Ts. canadensis, Ts. Hookeriana*).

Le limbe présente deux régions bien distinctes. L'une interne, l'autre externe lorsque le cône est fermé. Dans le cône ouvert, ces deux régions demeurent bien délimitées. Chaque écaille conserve l'empreinte des deux écailles situées au-dessus d'elle. Cette empreinte se traduit par une dépression et une différence de couleur. La partie que j'ai désignée sous le nom de partie cachée de l'écaille est généralement de couleur plus sombre et mâte. La partie externe est marron foncé ou clair, jaunâtre ou rougeâtre, plus brillante. La partie externe est moins saillante par rapport à l'autre chez *Ts. longibracteata, Ts. Hookeriana, Ts. crassifolia.*

L'écaille est très légèrement convexe. Sa face externe est striée longitudinalement. Les stries sont plus ou moins accusées suivant les espèces. Chez *Ts. patens,* elles sont peu nombreuses et faibles.

Le bord de l'écaille est toujours entier.

Une coupe transversale dans la région moyenne de l'écaille montre dans les diverses espèces, les mêmes éléments essentiels. Il y a seulement quelques différences dans la disposition de ces éléments (fig. 11).

Dans *Ts. chinensis,* par exemple, et dans la plupart des espèces, les deux faces sont limitées par un épiderme à membranes légèrement épaissies. L'épiderme inférieur, ou les deux épidermes, portent des poils courts, unicellulaires (fig. 12).

Sous l'épiderme existent des régions fortement lignifiées (b).

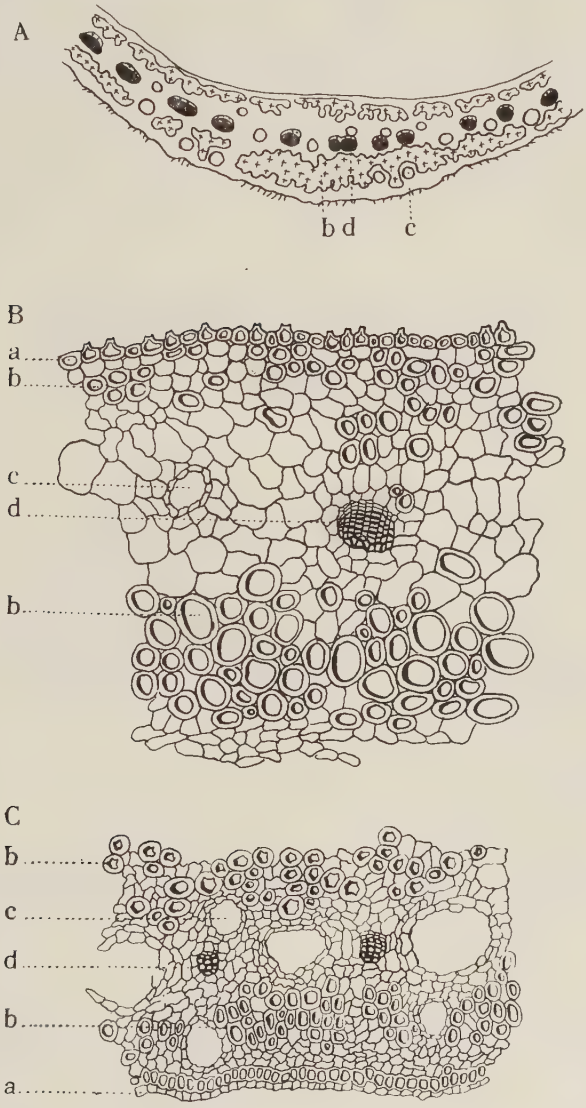


Fig. 11. — Section transversale de l'écaille. — A : *Ts. chinensis* (× 20); B : *Ts. Hookeriana* (× 50); C : *Ts. longibracteata* (× 50). — *a*, épiderme; *b*, éléments sclérifiés; *c*, canal sécréteur; *d*, faisceau libéro-ligneux.

Dans le parenchyme médian se trouvent les nombreux faisceaux conducteurs, à liber interne, et les nombreux canaux résinifères.

Ces derniers peuvent aussi exister entre l'épiderme et la zone sclérifiée de la face externe (fig. 11 A).

Une disposition comparable se retrouve dans l'écaille de *Ts. Hookeriana* (B). L'épiderme interne, a été seul conservé dans les coupes.

Dans *Ts. longibracteata,* l'épiderme externe est formé de cellules à membranes fines. Il est doublé par une assise de petites cellules sclérifiées. Les canaux résinifères sont nombreux et certains très grands (C).

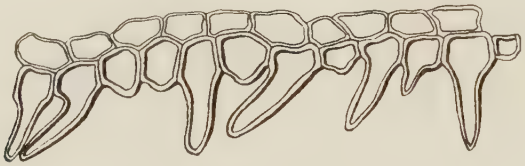


Fig. 12. — Epiderme de la face externe dans l'écaille de *Ts. canadensis* (× 200).

Bractée. — Les bractées des *Tsuga* sont courtes dans la plupart des cas, c'est-à-dire dans les espèces à petits cônes. Dans les trois autres espèces : *Ts. crassifolia, Ts. Hookeriana,* et surtout *Ts. longibracteata* les bractées sont d'un type différent. Dans les deux premières espèces, elles atteignent le milieu de l'écaille, dans *Ts. longibracteata,* elles le dépassent. Les bractées les plus courtes sont celles de *Ts. Sieboldii.*

Les bractées du type court ont dans chaque espèce une forme distincte. Il serait donc difficile de donner ici une description générale. On peut remarquer cependant que les variations portent essentiellement sur la forme de la bractée, particulièrement du bord distal.

Dans toutes les espèces asiatiques, ce bord présente deux lobes médians. Ceux-ci sont tantôt entiers, plus ou moins aigus, tantôt denticulés (*Ts. yunnanensis Ts. formosana*).

Les espèces américaines ont des bractées d'un type différent. Tantôt le bord distal est droit (*Ts. canadensis*) ou unilobé (*Ts. heterophylla*) ou trilobé (*Ts. caroliniana*).

Dans tous les cas, qu'il s'agisse des espèces asiatiques ou américaines, le bord latéral de la bractée est finement denticulé ou même quelquefois lacinié (*Ts. patens*).

Les bractées du type long présentent deux formes bien différentes. Cependant, on retrouve dans toutes les deux une partie basale étroite et un limbe étalé arrondi.

Il y a là une certaine analogie avec les bractées de plusieurs espèces d'*Abies*.

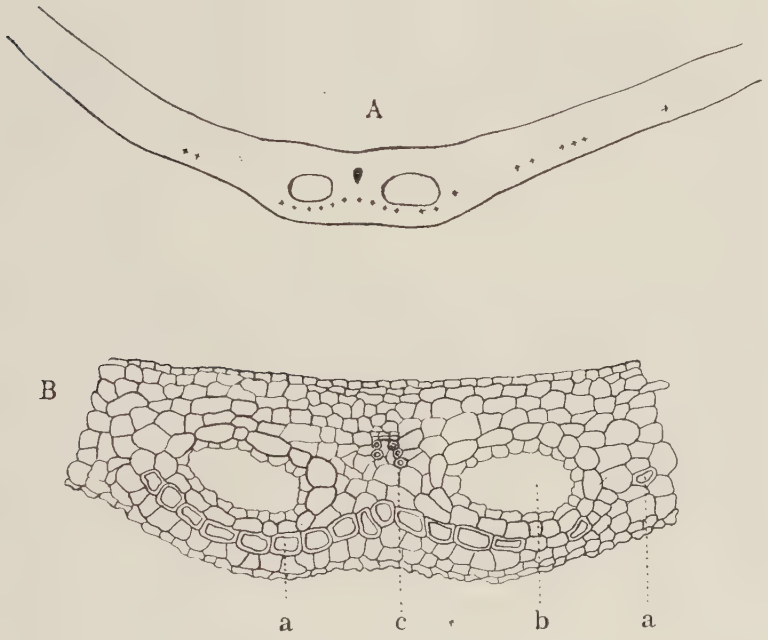


Fig. 13. — Section transversale dans la bractée de *Ts. canadensis* (× 45 et × 120). — *a*, cellules sclérifiées; *b*, canal sécréteur; *c*, vaisseaux du bois.

La terminaison en une seule pointe distingue nettement ces deux bractées de *Tsuga* de celles des *Keteleeria* et surtout des *Pseudotsuga*.

Une coupe dans la bractée montre une structure très simple. Chez *Ts. canadensis*, par exemple, les deux faces sont limitées par un épiderme à membranes très fines. Dans le parenchyme, se trouvent quelques éléments légèrement sclérifiés (*a*), en particulier au dessous des deux canaux résinifères. Il est intéressant de noter la présence de ces deux canaux, très gros. La bractée diffère donc

de la feuille. On peut admettre qu'elle a conservé un caractère primitif, ancestral.

Dans le plan médian, on observe un faisceau conducteur, réduit à quelques vaisseaux (fig. 13).

GRAINE

Les graines sont d'un type assez uniforme. Hickel dans son ouvrage précieux sur les graines et plantules de Conifères, distingue les *Tsuga* des Abiétées à graine adhérente à l'aile. Cette distinction se fait par la présence de petites glandes en pustules analogues à celles des graines de *Juniperus*. Le même auteur caractérise aussi les graines de *Tsuga* par leurs très faibles dimensions.

Dans toutes les espèces, en effet, la face interne de la graine présente des pustules résineuses. Mais celles-ci sont tantôt très petites et très nombreuses (*Ts. Sieboldii, Ts. diversifolia, Ts. caroliniana,* etc.) tantôt plus grosses et en plus petit nombre (*Ts. heterophylla*). Les plus grosses pustules sont celles de *Ts. longibracteata.*

En général il existe une glande plus grosse que les autres dans l'angle supérieur externe. Dans quelques espèces les petites glandes peuvent se fusionner plus ou moins (Ex.: *Ts. yunnanensis*).

Ces glandes ont, en général, une couleur plus foncée que le tégument de la graine. Cependant chez *Ts. canadensis,* on les distingue difficilement du reste du tégument. Chez *Ts. heterophylla* elles sont plus claires que ce dernier.

La longueur de la graine est toujours très faible, voisine de 4 mm.

L'aile est très développée. Elle recouvre la face externe ou supérieure de la graine et se replie sur le bord latéral. En général elle se rabat même sur une portion de la base du côté du bord externe.

L'aile est mince, translucide, à aspect finement grenu. Elle est de couleur marron jaunâtre, claire, brillante sur la face externe.

La forme de l'aile varie suivant les espèces. En général elle est élargie vers la base et très arrondie au sommet. L'angle supérieur interne est cependant plus aigu dans quelques cas (*Ts. longibrac-*

teata, Ts. yunnanensis, Ts. heterophylla). Les plus longues ailes sont celles de *Ts. caroliniana,* leur longueur est à peu près 3 fois plus grande que celle de la graine.

Le coefficient de germination est indiqué par Hickel pour *Ts. canadensis.* Il est souvent très peu élevé. Cependant des graines provenant d'Italie, très pures, ont donné 80 %. La germination est ordinairement lente (d'après Hickel).

Le coefficient de germination de *Ts. heterophylla* est généralement notablement plus élevé. La germination est épigée comme dans toutes les autres Abietacées, à l'exception des *Keteleeria.*

PLANTULE

Les plantules de *Ts. canadensis* et *Ts. heterophylla* ont été décrites par Hickel (1911).

Il y a trois cotylédons et la plantule rappelle celle des *Cupressus.* Exceptionnellement il peut y avoir 4 cotylédons chez *Ts. canadensis,* 2 ou 4 chez *Ts. heterophylla.* Par leurs 3 ou 4 cotylédons les *Tsuga* se rapprochent de certains *Abies* et *Pinus.* Mais les cotylédons plats les distinguent de ces *Pinus* chez lesquels la section est triangulaire et la forme de jeunesse, plus nette. Ils se distinguent des *Abies* par leurs feuilles primaires denticulées. Elles sont lisses chez les *Abies.* Ce caractère des feuilles primaires denticulées rapproche les *Tsuga* des *Pinus* considérés plus haut et de certains *Picea.* Mais dans ces derniers les cotylédons eux-mêmes sont denticulés.

Ces cotylédons sont étalés. Ils mesurent 8 à 10 mm. sur 1,25 à 1,5 mm. Ils sont aplatis, convexes sur la face supérieure. Le sommet est ogival, les bords latéraux sont entiers. La face inférieure est vert luisant, la face supérieure mâte, cendrée, bleutée avec deux bandelettes de stomates.

Ls feuilles primaires sont au nombre de 3 ou davantage, courtes, plates, pétiolées et denticulées sur les bords. Vertes sur la face supérieure, elles présentent deux bandelettes très blanches sur la face inférieure.

Tels sont les caractères donnés par Hickel pour *Ts. canadensis.* Ils sont presque identiques pour *Ts. heterophylla.* Il serait intéressant de savoir si le caractère des feuilles primaires dentées est général chez les *Tsuga.* Il a été observé par Hickel dans

deux espèces chez lesquelles les feuilles adultes sont denticulées. Il reste à savoir si les feuilles primaires sont denticulées dans toutes les espèces à feuilles définitives entières.

ARBRE JEUNE

J'ai pu étudier de jeunes plants de *Ts. canadensis, Ts. Sieboldii, Ts. heterophylla,* âgés de 4 à 6 ans. Les caractères des feuilles définitives sont déjà marqués : bords dentés (*canadensis*), apex échancré (*Sieboldii*). Mais les feuilles sont souvent plus longues, plus larges que celles de l'arbre adulte. Dans un jeune semis de *Ts. yunnanensis,* elles sont très aiguës au sommet.

III. MONOGRAPHIE ET ICONOGRAPHIE DES ESPÈCES

Les différentes espèces admises vont être étudiées en suivant le plan indiqué dans le chapitre précédent. Ce plan est celui adopté pour la révision du genre *Abies*. Les dessins qui accompagnent les diverses descriptions ont été faits d'après des échantillons.

TSUGA BLARINGHEMI Flous.

NOM ET SYNONYMES

TSUGA BLARINGHEMI FLOUS (1936 f), 2, *cum ic.*
Tsuga diversifolia in herb.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE (1)

Spontanès ? 1862, Japon, Yokohama, Museum de Paris, ex. Herb. bot. Petropolitani Maximowicz, Iter secundum (échantillon type).

Dr Savatier, n° 1.184, 1.866-74, Japon, Yokoska, Herb. du Museum de Paris.

?, 1.885, environs de Kuroishi. Herb. du Museum de Paris (*sub diversifolia*).

(1) Les échantillons indiqués comme spontanés sont tous des échantillons d'herbier. Les étiquettes ont été recopiées telles qu'elles étaient.

Pour les dates de récolte, les indications de jour, mois et année sont séparées par des traits obliques. Les collecteurs anglais ont l'habitude d'indiquer d'abord le mois, puis le jour, puis l'année. Les autres collecteurs indiquent le jour en premier lieu. J'ai respecté l'ordre des étiquettes.

L'orthographe des noms géographiques varie beaucoup suivant la langue employée. J'ai conservé l'orthographe des étiquettes.

Abbé Faurie, 19/5/1888, château d'Akita. Herb. du Museum de Paris.

id., n° 6.632, 20/8/1890, Fujiyama, Museum de Paris.

id., Mirosaki, jardins, Herb. du Museum de Paris, (*sub. diversifolia*).

Cette espèce paraît localisée jusqu'ici dans la région centrale de l'île Hondo.

TAILLE ET PORT

Pas de renseignements connus.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite ou légèrement falquée. Les bords latéraux sont entiers. La face supérieure est sillonnée sur toute la longueur (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : Les feuilles les plus courtes peuvent mesurer jusqu'à 4 mm. Les feuilles longues atteignent 15 et même 19 mm.

Largeur : 1,8 à 2,5 mm.

Epaisseur : 0,6 mm. environ.

Stomates. — La face inférieure seule en possède. On en compte 6 à 12 lignes de chaque côté de la nervure. La bande stomatifère est aussi large que la bordure verte (fig. 2, 3).

Extrémités. — Apex échancré (fig. 2).

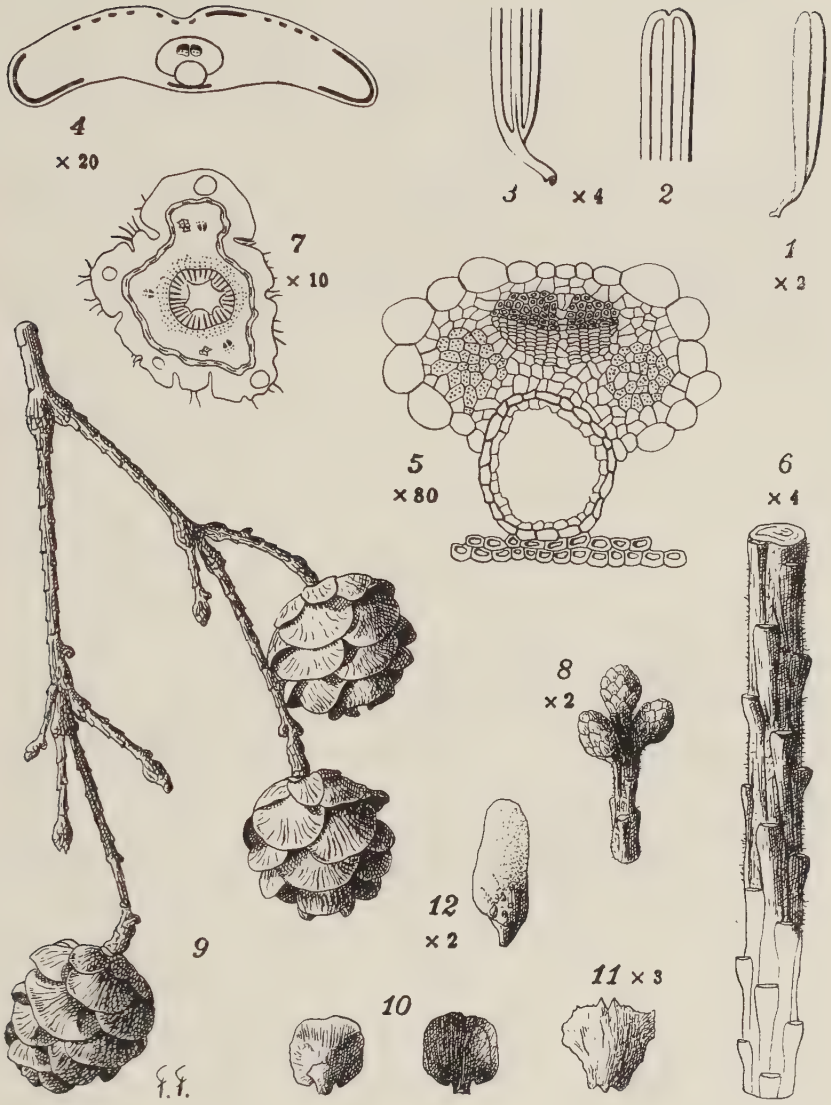
Base tordue et terminée par un long pétiole qui forme un angle obtus avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles étant plates et légèrement tordues à la base sont probablement subdistiques.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les bords latéraux sont très arrondis et légèrement recourbés vers le bas. Le bord supérieur présente un sillon médian peu profond. La nervure fait à peine saillie sur la face inférieure. Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 3,5 à 4,2 (fig. 4).

Epiderme. — Les cellules sont fortement cutinisées sur la face externe.

Sous-épiderme. — Il est très discontinu le long du bord supérieur où il manque en de nombreux points (fig. 4).



TSUGA BLARINGHEMI

TSUGA BLARINGHEMI. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule de 1 an × 10; *8* bourgeon × 2; *9* cône × 1; *10* écaille vue sur les deux faces × 1; *11* bractée × 3; *12* graine × 2.

Tissu palissadique. — Il est formé de deux ou trois assises de petites cellules à membranes très ondulées.

Canal sécréteur. — Le canal présente un très grand diamètre Il est en partie inclus dans la nervure et accolé au sous-épiderme de la face inférieure (fig. 5).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme incomplet. Ses dimensions sont grandes. Il y a deux faisceaux libéro-ligneux séparés par une file de grandes cellules (fig. 5).

Les cellules aréolées sont nombreuses et forment deux plages latérales.

On observe exceptionnellement un élément sclérifié au dessous du liber.

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Pas de renseignements connus.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron foncé.

Pubescence. — Bien marquée.

Cicatrices. — Elliptiques, saillantes (fig. 6).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire ou triangulaire suivant les niveaux. Elle présente de nombreux sillons étroits et profonds (fig. 7).

Epiderme. — Formé de cellules en papilles. Certaines, peu nombreuses, portent des poils unicellulaires plus ou moins longs.

Ecorce. — L'assise sous-épidermique est fortement collenchymateuse. On compte quatre ou cinq canaux résinifères.

Liège. — Il forme un cordon étroit de cellulles très aplaties.

Ecorce interne. — Renferme quelques sclérites isolés ou groupés.

Liber. — Epais, il possède de nombreux cristaux d'oxalate.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle forme de nombreuses pointes dont trois principales. Entièrement sclérifiée, elle renferme quelques cellules ponctuées.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde très globuleux (fig. 8).

Dimensions. — Longueur : 3 mm.
Largeur : 2 mm. environ.

Les bourgeons sont bien moins nombreux que sur les ramules de *Ts. diversifolia.*

Ecailles. — Nombreuses, allongées. Les inférieures sont légèrement carénées. Le bord est finement denté. Le bourgeon est marron foncé brillant.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Globuleux (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 2 cm. environ.
Largeur : 2 cm. environ.

Ecailles. — A contour à peu près quadrangulaire. La base est encadrée par deux légères oreillettes (fig. 10). Le bord est entier légèrement sinueux. La surface externe de l'écaille est finement striée. La partie externe est marron rougeâtre. La partie cachée est plus foncée.

Bractées. — Petites, n'atteignant pas la moitié de l'écaille. Leur contour est irrégulier. Le bord distal, finement denticulé, présente deux dents médianes (fig. 11).

GRAINE

Longueur : 4 mm., longueur avec l'aile : 10 mm. Aile arrondie au sommet, faiblement élargie à la base.

La graine présente plusieurs glandes de dimensions moyennes (fig. 12).

TSUGA BRUNONIANA (Wall.) Carrière.

[*TSUGA DUMOSA* (Don) Eichler (*nom. desuetum*).]

NOM ET SYNONYMES

Abies Brunoniana Lindley (1833), 9; Lavallée, (1887), 266.

Abies cedroides Griffith.

Abies dumosa Loudon (1838), 2325.

Micropeuce Brunoniana Spach (1842), 246.

PINUS BRUNONIANA WALLISCH (1832), 24 (*cum tabul.*).

Pinus decidua Wallisch.

PINUS DUMOSA DON (1825), 55; Lambert, 57, *cum tabul.;* Eichler.

TSUGA BRUNONIANA CARRIERE (1855), 188; (1867), 247; Hooker (1887), 654; Von Tubeuf (1897), 88; Schelle (1909), 117, *cum ic.;* Beissner (1909), 83; Pavari (1921), 10; Dallimore et Jackson (1923), 528, *cum ic.;* Silva Tarouca et Schneider (1923), 301, *cum ic.;* Marquand (1929), 224; Fitz Patrick (1929), 202; Flous (1936 f), 1.

TSUGA DUMOSA EICHLER (1887), 80; Beissner et Fitschen (1930), 75; Bailey (1933), 125.

Tsuga leptophylla Handel Mazzetti (1924), 83.

Le nom *Brunoniana* ayant été le plus employé pendant longtemps et étant admis par l'Index de Kew, je l'ai conservé.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Griffith, n° 4.990, 1862-63. East Himalaya, Dehra Dun Herb.

? 10/10/1875, Phallaloong ridge, below Subuckum, Dehra Dun Herb.

J. F. Duthie, n° 3.401, 18/9/1884, N. W. India, Flora of Kumaun, Forest near Sosa in Chaundári, Dehra Dun Herb.

id. n° 5.984, 14/7/1886, Forest near Sosa, 8.000-9.000 f. Dehra Dun Herbarium.

Inayat, n° 24.971, 17/9/1900, Shaza, Káli Valley, Kumáon, Dehra Dun Herbarium.

J. B. Dickinson, 1901, Kumáon, Dehra Dun Herbarium.

J. H. Lace, n° 2.262, 31/5/1902, Flora of Sikkim, Darjeeling District, 10.500 ft, Dehra Dun Herbarium.

Ribu et Rhomoo, n° 6.045, 25/11/1911, Flora of Sikkim, Lachung 9.000. Dehra Dun herbarium.

Lyall, n° 7.596, 1913. E. Kumaou, 8.500-10.000', Lambiher Hill, Daema. Dehra Dun Herbarium.

id. n° 7.590, Almora Distr. id.

? n° 18.248, 16/6/1917, Singalila Range, Darjeeling. Dehra Dun Herbarium.

? n° 18.972, 23/12/1917, Ramam (ou Ramau) block. Dehra Dun Herbarium.

R. N. Parker, n° 2.055, 8/7/1923, Flora of Almora Distr., Tithla 2.400 m.

Cette espèce occupe une aire très vaste sur le versant méridional de l'Himalaya. Vers l'est, elle paraît être en mélange avec *Ts. yunnanensis*.

TAILLE ET PORT

Arbre pouvant atteindre 50 m. de haut d'après Fitschen.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite ou légèrement falquée (fig. 1). La face supérieure présente un sillon médian qui s'atténue légèrement vers l'apex. Les bords latéraux présentent de nombreuses denticulations qui atteignent ou dépassent légèrement le milieu de la feuille (fig. 1, 2).

Dimensions. — Longueur : les feuilles latérales et inférieures atteignent 25 à 30 mm. [jusqu'à 35 mm. d'après Fitschen].

Largeur : 2,3 mm. en moyenne.

Epaisseur : 0,5 mm. environ.

Couleur. — Face supérieure verte, face inférieure très blanche.

Stomates. — Seule la face inférieure en possède. On compte une dizaine de rangées sur chaque bande.

Extrémités. — Apex étroit, obtus, quelquefois légèrement pointu (fig. 2). Base atténuée en un court pétiole formant un angle droit ou obtus avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles sont probablement subdistiques.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les bords latéaux forment un angle aigu, recourbé vers le bas. Le bord supérieur présente un sillon étroit, plus profond dans la moitié inférieure de la feuille que dans sa moitié supérieure. La ner-

vure est plate (fig. 4). Le rapport de la largeur à l'épaisseur de la feuille varie de 4 à 6.

Epiderme. — Les cellules épidermiques sont rectangulaires, limitées par des membranes plus fines que dans *Tsuga yunnanensis.*

Sous-épiderme. — Il est peu abondant, surtout bien marqué dans les angles latéraux. On observe deux à douze fibres sous-épidermiques dans le sillon médian formé par le bord supérieur de la feuille. Exceptionnellement, un des échantillons étudiés présentait quelques fibres le long du bord supérieur.

Tissu palissadique. — Il est formé par une assise de cellules étroites en section transversale. Dans la plupart des coupes faites dans la région moyenne de la feuille le tissu palissadique sépare l'endoderme du sillon médian. Le contact du sous-épiderme et de l'endoderme ne s'observe que vers la base de la feuille où le sillon s'approfondit.

Canal sécréteur. — Le canal sécréteur est de diamètre moyen ou réduit. Il est en partie inclus dans la nervure et accolé au sous-épiderme (fig. 4, 5).

Cylindre central. — Le cylindre central renferme un faisceau libéro-ligneux dont le liber est souvent divisé par un rayon parenchymateux médian. On observe quelquefois une ou deux fibres sclérifiées au dessus du bois ou au dessous du liber.

Le tissu de transfusion forme deux petits massifs latéraux (fig. 6).

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Ne diffère pas sensiblement de la feuille de rameau stérile.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron.

Pubescence. — Moyenne ou fine. Les poils sont courts et robustes.

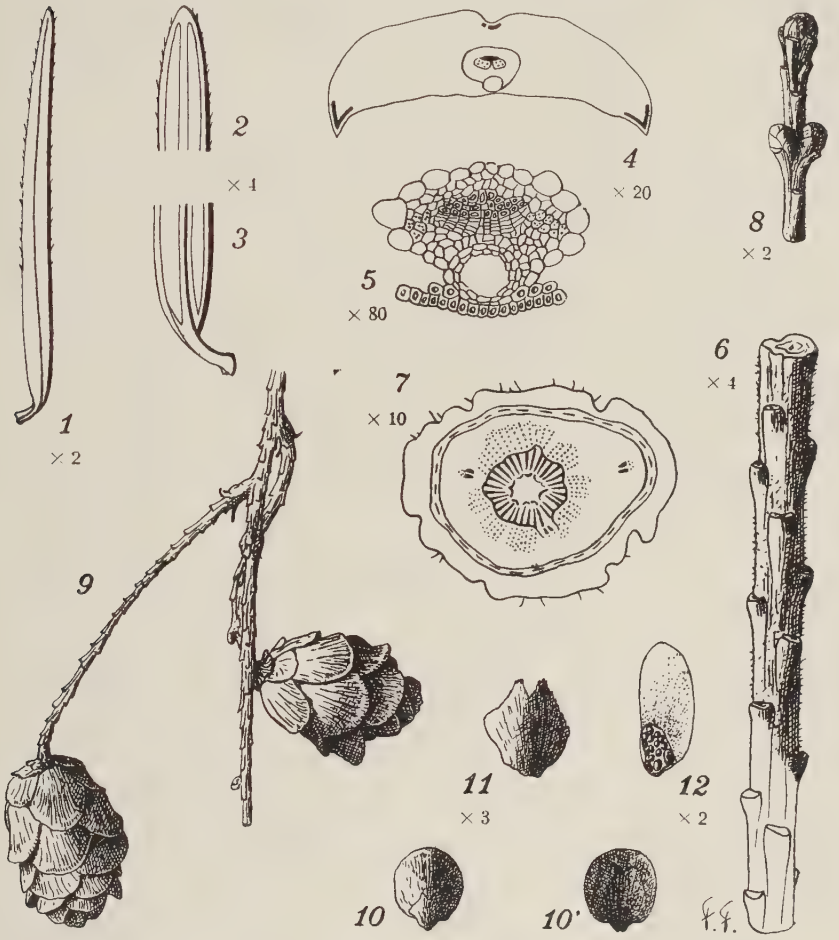
Cicatrices. — Saillantes (fig. 6).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire, avec quelques légères cannelures (fig. 7).

Epiderme. — Les cellules épidermiques ont des membranes

fines. Certaines portent des poils courts ou assez longs, unicellulaires.

Ecorce externe. — Sous l'épiderme, on compte quatre ou cinq assises de cellules plus ou moins subérifiées. Cette zone renferme des canaux sécréteurs dépourvus de gaine protectrice.



TSUGA BRUNONIANA

TSUGA BRUNONIANA. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule × 10; *8* bourgeon × 2; *9* cône × 1; *10* écaille × 1; *11* bractée × 3; *12* graine × 2.

Liège. — Le ramule de deux ans présente deux ou trois assises de liège.

Ecorce interne. — Collenchymateuse à la périphérie.

Liber. — Epais, il renferme de très nombreux cristaux d'oxalate de calcium.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Entièrement sclérifiée et ponctuée.

BOURGEON

Forme. — Arrondi, légèrement aplati à l'extrémité (fig. 8).

Dimensions. — Longueur : 2 à 2,5 mm. environ.

Largeur : 2,5 mm.

Ecailles. — Courtement velues, présentant une carène médiane arrondie.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde sessile (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 20 à 25 mm.

Largeur : 13 à 20 mm.

Ecailles. — Plus hautes que larges, à bord externe arrondi, finement denticulé (fig. 10). La face externe est striée longitudinalement. La partie cachée de l'écaille est de couleur plus foncée que la partie externe. Celle-ci est marron ou marron clair, sur le cône âgé.

Bractées. — Les bractées sont courtes, non visibles sur le cône. Leur contour est grossièrement losangique. On observe un lobe médian, allongé, élargi à la base et bidenté dans sa partie terminale (fig. 11).

GRAINE

Longueur : 3 mm.; longueur avec l'aile : 9 à 10 mm. Aile claire, rétrécie au sommet (fig. 12).

La face interne de la graine présente de grosses glandes.

TSUGA CALCAREA Downie.

NOM ET SYNONYMES

TSUGA CALCAREA DOWNIE (1923), 16 (*cum ic.*); Beissner et Fitschen (1930), 78; Flous (1936 f), 1.

Tsuga chinensis in herb.

Tsuga Wardii Downie (1923), 17; Beissner et Fitschen (1930), 78.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanès : E. E. Maire, n° 203, Yunnan, Mi-monts arides, calcaires à Tché-hay, altitude 2.600 m. Royal Botanic Garden, Edinburgh.

Ward, n° 257, May 1913, N. W. Yunnan and E. Tibet. Chung valley, Doker-la, Mekong-Salween Divide, 28° lat. (*sub. Wardii*). Royal Botanic Garden, Edinburgh.

J. F. Rock, n° 24.971, 4/5/1932, Yunnan, Along Peshui glacier stream, 10.000 ft, Slopes of Mount Gyi-na-lo-ko, the second peak of the Yun-lung-shan (*sub. chinensis* Pritz). New-York Bot. Garden (Plantae Rockianae, exp. of the University of California Bot. Garden.

Cette espèce paraît localisée au Yunnan.

TAILLE ET PORT

D'après le R. P. Maire qui a récolté l'échantillon étudié il s'agit d'un grand arbre à rameaux dressés tendant à la verticale.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite ou légèrement falquée. La face supérieure présente sur toute sa longueur un sillon médian. Dans le tiers supérieur de la feuille on observe des denticulations (fig. 1, 2).

Dimensions. — Longueur : les feuilles courtes mesurent 5 ou 6 mm. Les feuilles les plus longues atteignent 20 mm.

Largeur : 2 mm. environ.

Epaisseur : 0,6 mm. environ.

Couleur. — La face supérieure est verte. La face inférieure présente deux bandes blanches.

Stomates. — Ils existent seulement sur la face inférieure qui présente 6 à 9 lignes de chaque côté de la nervure médiane. Les bandes stomatifères sont à peu près aussi larges que les bordures vertes de la face inférieure de la feuille.

Extrémités. — Apex échancré, les deux lobes étant le plus souvent inégaux (fig. 2).

Base terminée par un court pétiole large et courbé. Il forme ainsi un angle obtus avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Pas de renseignements connus.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique les bords latéraux sont épais et forment un angle aigu (fig. 4). Le bord supérieur est très convexe, le bord inférieur l'est faiblement. Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 2,5 à 4.

Epiderme. — Fortement cutinisé.

Sous-épiderme. — Le sous-épiderme est à peu près continu. Une ou deux fibres seulement peuvent manquer le long du bord supérieur (fig. 4).

Tissu palissadique. — Il est formé de une ou deux assises de cellules hautes et étroites.

Canal sécréteur. — Le canal présente un diamètre moyen. Il est à peine inclus dans la nervure et accolé au sous-épiderme de la face inférieure (fig. 4,5).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme individualisé. Il renferme deux faisceaux libéro-ligneux distincts, séparés par une ou deux files de cellules parenchymateuses.

Les cellules aréolées sont petites et nombreuses. Elles forment deux grandes plages latérales.

On observe exceptionnellement une fibre sclérifiée au dessous du liber (fig. 5).

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Pas de renseignements connus.

RAMULE

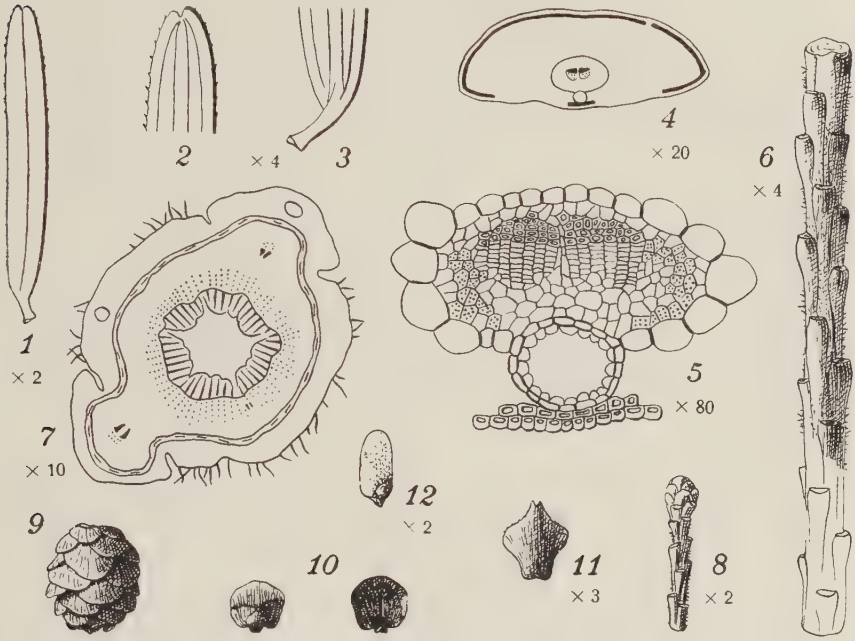
Morphologie. — *Couleur.* — Marron rougeâtre.

Pubescence. — Le ramule est très pubescent. Les poils sont courts.

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 6).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire présentant quelques sillons étroits (fig. 7).

Epiderme. — Formé de cellules plus larges que hautes en sec-



TSUGA CALCAREA

TSUGA CALCAREA. — *1* feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule × 10; *8* bourgeon × 2; *9* cône × 1; *10* écaille vue sur les deux faces × 1; *11* bractée × 3; *12* graine × 2.

tion transversale. Elles sont fortement cutinisées. Poils unicellulaires.

Ecorce. — Réduite à une ou deux assises de cellules suberifiées.

Liège. — Il est peu épais. Dépourvu de cellules pierreuses dans le ramule de un an il en possède de nombreuses, en cordon continu, dans le ramule de trois ans.

Ecorce interne. — Entièrement collenchymateuse, elle est dépourvue de sclérites.

Liber. — Peu épais, il renferme de nombreux cristaux.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle forme cinq pointes principales. Ses cellules sont ponctuées comme celles des rayons.

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Pas de renseignements connus.

BOURGEON

Forme. — Globuleux.

Dimensions. — Faibles. Longueur : 2,5 mm.

Largeur : 2 mm.

Ecailles. — Peu nombreuses, bombées, arrondies à leur extrémité.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Globuleux (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 15 mm. jusqu'à 21 mm. d'après Miss Downie.

Largeur : 12 mm. sur l'échantillon étudié.

Ecailles. — Très petites à contour à peu près pentagonal. Base courte et large. Le bord de l'écaille est entier. Leur face externe est marron, finement striée. La partie externe est plus bombée que la partie interne et de couleur plus claire (fig. 10).

Bractées. — Petites n'atteignant pas la moitié de l'écaille. Leur contour est pentagonal. Le bord distal est denticulé et il présente un lobe médian très saillant terminé par deux courtes dents (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 1,5 mm. environ; longueur avec l'aile : 5 mm. Cette longueur est très inférieure à celle de l'écaille (fig. 11). Aile large, à bords interne et externe presque parallèles. Le sommet de l'aile est arrondi.

La graine présente sur la face interne deux ou trois petites glandes (fig. 13).

TSUGA CANADENSIS (L) Carrière.

NOM ET SYNONYMES

Abies americana Marshall (1785), 103.

— *Non* Koch.

Abies canadensis Michaux (1803), 206; (1810), 137; Desfontaines (1809), 580; Loudon (1844), 2322; (1850), 388; Lavallée (1887), 265.

— *Non* Miller.

Abies curvifolia Salisbury.

(?) *Abies taxifolia* Rafinesque.

Picea canadensis Link (1841), 524.

— *Non* Britton, 1888, *nec* Koehn, 1893.

Pinus Abies americana Marshall (1785), 103.

Pinus americana Duroi, 41; Miller (1786).

PINUS CANADENSIS LINNE (1763) (*cum tabul.*).

— *Non* Duroi (1771), 38; *nec* Bongard (1883), 163; *nec* Hooker.

Pinus Mariana Gertner.

— *Non* Duroi.

Pinus pendula Salisbury.

— *Non* Aiton.

Tsuga americana Farwell (1914), 621; (1915), 629; Fritsch (1933), 303.

Tsuga argentea Hesse; Schelle (1909), 114; Dallimore et Jackson (1923), 530; Beissner et Fitschen (1930), 73.

Tsuga argentea-variegata hort.; Schelle (1909), 114; Beissner et Fitschen (1930), 73.

Tsuga canadense Chamberlain (1935), 238, *cum ic.*

TSUGA CANADENSIS CARRIERE (1855), 189; (1867), 248; Von Tubeuf (1897), 87, *cum ic.*; Pardé (1906), 106, *cum tabul.*; Schelle (1909), 111, *cum ic.*; Pavari (1921), 8; Silva Tarouca et Schneider (1923), 303, *cum ic.*; Dallimore et Jackson (1923), 530, *cum ic.*; F. Marie Victorin (1927), 94, *cum ic.*; Fitz Patrick (1929), 201; Beissner et Fitschen (1930), 69, *cum ic.*; Guinier (1932), 21; Bailey (1933), 125; Schnarf (1933), 64; Flous (1936 f), 1.

Tsuga canadensis var. albo-spica Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. albo-spicata hort.; Schelle (1909), 114; Beissner et Fitschen (1930), 73.

Tsuga canadensis var. atrovirens hort.; Beissner et Fitschen (1930), 72; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. aurea hort. Schelle (1909), 114; Beissner et Fitschen (1930), 73; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. columnaris Bolle; Schelle (1909), 114; Beissner et Fitschen (1930), 72.

Tsuga canadensis var. compacta Sénéclauze; Schelle (1909), 114; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. compacta-nana hort., Beissner et Fitschen (1930), 72.

Tsuga canadensis var. Dawsoniana Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. fastigiata hort.; Schelle (1909), 114; Beissner et Fitschen (1930), 72; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. Fremdii Koster; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. globosa hort.; Schelle (1909), 115; Beissner et Fitschen (1930), 71; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. gracilis Carrière (1867), 249; Schelle (1909), 114; Beissner et Fitschen (1930), 72; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. Hussi hort.; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. Jenkinsii Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. macrophylla hort.; Dallimore et Jackson (1923), 530; Beissner et Fitschen (1930), 72; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. microphylla hort.; Sénéclauze; Schelle (1909), 114; Beissner et Fitschen (1930), 72; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. milfordensis Dallimore et Jackson (1923), 530.

Tsuga canadensis var. nana Carrière (1855), 190; (1867), 249; Schelle (1909), 114; Silva Tarouca et Schneider (1923), 303; Beissner et Fitschen (1930), 71; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. parvifolia Smith; Schelle (1909), 114; Dallimore et Jackson (1923), 530; Beissner et Fitschen (1930), 73; Bailey (1933), 124.

Tsuga canadensis var. pendula hort.; Pardé (1906), 106; Schelle (1909), 114; Dallimore et Jackson (1923), 530; Silva Tarouca et Schneider (1923), 303, *cum ic.;* Beissner et Fitschen (1930), 72; Bailey (1933), 124, *cum tabul.*

Tsuga canadensis var. pumila Beissner et Fitschen (1930), 71.

Tsuga canadensis var. pyramidalis Silva Tarouca et Schneider (1923), 303.

Tsuga canadensis var. Sargentiana Kent.

Tsuga canadensis var. Sargenti-pendula hort.

Tsuga canadensis var. Sargentii hort. amer. (1896), 59; Dallimore et Jackson (1923), 530; Beissner et Fitschen (1930), 72.

Tsuga canadensis var. sparsifolia hort.; Schelle (1909), 114; Beissner et Fitschen (1930), 72;

Tsuga Mertensiana var. macrophylla Beissner (1909), 92.

Farwell estime que le nom correct de cette espèce est *Tsuga americana.* Mais comme elle a été appelée dans tous les ouvrages classiques *Ts. canadensis* et qu'actuellement personne ne confond les genres *Tsuga* et *Picea,* je crois que l'on peut conserver le nom classique.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanès : ?, 1834. Herbier du Museum de Paris.

Vasey, 1875, Washington. Herbier du Museum de Paris.

?, 10/6/1877, Lahuston. Herbier du Museum de Paris, ex. Budapest novencsereegylet Herbarum.

A. Drège, 9/1852. Etat de l'Ohio. Herbier du Museum de Paris.

?, 1888, Washington Heights. Royal Bot. Garden.

J. K. Small et A. A. Heller, n° 333, july 29/1891, North Carolina, Blowing rock mountain, watauga Co, 4.000 ft., Columbia Collège Herb. et Herbier du Museum de Paris.

J. A. Morton, 5/16/1892, Wingham, Ont., New-York Botanical Garden.

J. K. Small, Aug. 1895, Georgia, collected about Ellijay, Gilmer Co. Columbia University Herb. in New York Bot. Garden.

?, n° 4.736, oct. 8/1897, Cool, moist ravines near Biltmore North Carolina, New York Bot. Garden.

Weller (?) May 1899, Eaton Co., Mich., New York Botanical Garden.

G. H. Shull, n° 426, May 7/1903, Maryland. Exploration of the Chesapeake Bay Region, Mill Creek, New York Botanical Garden.

E. S. Steele, n° 57, Aug. 22/1903, Alleghenies, mostly from Craig County, Va., and Monroe and Allegheny Counties. West Wa., New York Bot. Garden.

R. M. Harper, n° 2.025, 1903-1904, Georgia plants, on ravine tributary to gorge of Jallulah River, near the falls. Habersham Co. 1.500 ft. New York Bot. Garden.

O. W. Knight, May 15/1905, Maine wooded hillside, Bangor. New York Bot. Garden.

Lycurgus R. Moyer, Aug. 1905, Laurier, Parry Sound Distr., Ontario. New York Bot. Garden.

C. B. Robinson, Aug. 14/1905, n° 123, Nova Scotia, Scotch Hill, Picton Co., New York Bot. Garden.

R. M. Harper, n° 64, 5-22 March 1906, Alabama, on small ravine about a mile southwest of Spruce Pine, Franklin Co. 900 ft. New York Bot. Garden.

W. R. Maxon, n° 5.976, oct. 10/1912. District of Columbia and

Vicinity, Farifox Co. Virginia. Rocky cliffs of Potomac River. New York Bot. Garden.

A. J. Grout, May, Plants of Vermont, Herb. of the Columbia Univ. New York in New York. Bot. Garden.

Telton, n° 2.761, 31 May 1926, Falls of the Wisconsin R. Sank Co Wisconsin, cliffs along river, opp. Kilbourn. New York Bot. Garden.

Pammel and Fisk, n° 309, july 12/1926, Eagle river, Wis., New York Bot. Garden.

J. Palmer, n° 38.993, April, 21/1931, Alabama, Along rocky creek, near the old town of Pikeville, Marion Co. New York. Bot. Garden.

Cette espèce est largement répartie dans la région atlantique et des grands Lacs, aux Etats-Unis et au Canada.

TAILLE ET PORT

Arbre atteignant 18 à 30 m. de haut et 2,7 à 3,6 m. de circonférence [d'après Dallimore and Jackson]. Le tronc est souvent fourchu près de la base.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, légèrement élargie vers la base. La face supérieure présente un long sillon médian. Les bords latéraux sont denticulés dans les 2/3 supérieurs (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : les feuilles courtes, de la face supérieure du rameau ont pour longueur minima 8 mm. Les feuilles les plus longues, toujours latérales ne dépassent guère 15 mm.

Largeur : environ 2 mm. au maximum.

Epaisseur : 0,5 mm.

Couleur. — La face supérieure est de couleur vert sombre. La face inférieure présente deux bandes glauques.

Stomates. — La face inférieure seule en possède. On en compte 4 à 8 lignes de chaque côté de la nervure. La bande blanche des stomates est plus étroite que la bordure verte (fig. 2, 3).

Extrémités. — Apex entier, arrondi (fig. 2).

Base atténuée en un long pétiole étroit formant un angle presque droit avec la nervure (fig. 3).

TSUGA CANADENSIS

TSUGA CANADENSIS. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuiles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10; *9* bourgeon × 2; *10*, *11* cônes × 1; *12* écaille vue sur les deux faces × 1; *13* bractée × 3; *14* graine × 2.

Insertion. — Les feuilles latérales sont subdistiques. Celles de la face supérieure du rameau sont plus ou moins rabattues vers l'avant et cachent en partie le rameau (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique. Le bord supérieur présente un léger sillon (fig. 5). Le bord inférieur est presque droit. Les bords latéraux sont arrondis ou légèrement anguleux. Le rapport de la largeur à l'épaisseur est voisin de quatre.

Epiderme. — Formé de cellules fortement cutinisées.

Sous-épiderme. — Il est à peu près nul. Il manque dans les angles et dans le sillon médian, contrairement à ce qui existe dans toutes les autres espèces. Seules une ou deux fibres encadrent le canal sécréteur (fig. 5).

Tissu palissadique. — Il est bien différencié et formé de deux assises de cellules étroites mais peu épaisses.

Canal sécréteur. — Le canal présente un diamètre assez grand. Il est légèrement inclus dans la nervure et accolé d'autre part à l'épiderme inférieur (fig. 5, 6).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme incomplet. A l'intérieur se trouvent deux faisceaux libero-ligneux très accolés.

Les cellules aréolées sont peu nombreuses et forment deux petites plages latérales (fig. 6). On n'observe pas d'éléments sclérifiés au-dessous du liber.

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Feuille de rameau fertile. — Elle ne présente pas de différences sensibles avec la feuille de rameau stérile.

Feuille de la Flèche. — Elle présente les mêmes caractères essentiels que la feuille de rameau stérile : dimensions faibles, apex échancré, bord denté, base beaucoup plus large que le sommet. Sur la face inférieure les bandes stomatiques ont une limite externe très irrégulière. Leur largeur est inférieure ou égale, suivant les points, à celle des bordures vertes.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair.

Pubescence. — Forte. Les poils sont courts et très nombreux (fig. 7).

Cicatrices. — Saillantes.

ANATOMIE. — *Section.* — Circulaire légèrement sillonnée (fig. 8).

Epiderme. — Formé de cellules à membranes lignifiées. Face externe en papille, cutinisée. Un grand nombre de cellules portent des poils unicellulaires, longs et aigus au sommet.

Ecorce. — Très réduite représentée par une ou deux assises de cellules subérifiées. Elle renferme trois ou quatre canaux de grand diamètre.

Liège. — Deux ou trois assises de cellules très aplaties.

Ecorce interne. — Elle est presque entièrement collenchymateuse.

Liber. — Très divisé radialement. Il renferme de nombreux cristaux.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Peu épaïsse, elle présente trois à cinq pointes principales. Elle est plus fortement sclérifiée à la périphérie qu'au centre et les cellules ponctuées sont peu nombreuses.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde très pointu (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 2 mm.

Largeur : 1,3 mm. environ.

Ecailles. — Peu nombreuses, étroites, lancéolées et carénées. Le bord est lacinié. Elles sont fortement velues.

Enduit cireux. — Faible.

CONE

Forme. — Ovoïde lorsqu'il est fermé (fig. 10), globuleux lorsqu'il est ouvert (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : 15 à 22 mm.

Largeur : 10 à 18 mm.

Ecailles. — Leur nombre est variable ainsi que l'indiquent les deux types de cône figurés. Mais cette variation ne s'accompagnant d'aucune autre variation morphologique et anatomique n'est pas à retenir pour distinguer deux variétés ou deux espèces. Les écailles sont un peu plus longues que larges. La moitié supérieure, plus large que la moitié inférieure présente deux oreillettes latérales. La face externe de l'écaille est finement striée. La partie cachée est de couleur brun foncé (fig. 12).

Bractées. — Petites, elles atteignent le tiers seulement de l'écaille. A contour hexagonal. Le bord distal est fortement lacinié. On distingue à peine deux petites dents médianes (fig. 13).

GRAINE

Longueur : 3 mm. environ, longueur avec l'aile : 8,5 mm. Aile très large à la base et très arrondie au sommet. Le bord interne est droit. La graine présente sur sa face externe quatre à cinq glandes peu saillantes et dont la couleur ne se distingue pas de celle du tégument (fig. 14).

TSUGA CAROLINIANA Engelmann.

NOM ET SYNONYMES

Abies caroliniana Chapman (1883), 650.

TSUGA CAROLINIANA ENGELMANN (1881), 223; Von Tubeuf (1897), 88; Schelle (1909), 116, *cum ic.;* Dallimore et Jackson (1923), 531, *cum ic.;* Silva Tarouca et Schneider (1923), 300, *cum ic.;* Fitz Patrick (1929), 202; Bailey (1933), 125, *cum ic.*

Tsuga caroliniana compacta Hornibrook, Bailey (1933), 125.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : ? Aug 18/1881. Precipices falls of the Little River Transylvania co. North Carolina. Herb. du Museum de Paris.

J. Donnell Smith, 11 Aug. 1881, Caesar's Head, Greenville Co. SO. Carolina, Columbia College Herb. New York in New York Bot. Garden Herb.

J. K. Small and A. A. Heller, n° 334, july 29/1891, western north Carolina Blowing Rock mountain Watauga Co. 4.000 ft. Columbia College Herb. in New York Bot. Gard. Herb. et Herb. du Museum de Paris.

N. L. et E. G. Britton, A. M. Vail, june 22/1892, Southern Virginia, collected in the north fork of the Holston river valley, Smyth county, Laurel Creek, 2.200 ft., columbia College Herb. New York.

J. K. Small, Aug. 20/1895, Georgia Plants, Collected about Tal-

hulah Falls, Habersham Co., 1.600 ft. Columbia College Herb. New York.

W. W. Ashe, Mountains of North Carolina, New York Botanical Garden.

A. H. Curtis, n° 2.663, near the summit of Pinacle Mont North Carolina, Columbia College herb. New York.

Arboretum : Les Barres.

Cette espèce présente une large répartition dans la région orientale des Etats-Unis, de la Virginie à la Georgie.

TAILLE ET PORT

Arbre élégant de taille peu élevée ne dépassant pas 25 m. de hauteur. Le port est pyramidal avec des rameaux étalés.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite linéaire. La face supérieure présente un sillon médian qui s'arrête à quelques millimètres de l'apex (fig. 1). Les bords latéraux sont entiers.

Dimensions. — Longueur : les feuilles les plus courtes mesurent 6 mm. environ. Les feuilles les plus longues atteignent 20 mm.

Largeur : 1,8 mm. environ.

Epaisseur : 0,5 à 0,6 mm.

Couleur. — Vert sombre sur la face supérieure. La face inférieure présente deux bandes blanches.

Stomates. — Seule la face inférieure en possède. Ils forment 8 à 10 lignes de chaque côté de la nervure médiane. La bande blanche des stomates est plus large que la bordure verte (fig. 2, 3).

Extrémités. — Apex large, entier, mais légèrement déprimé (fig. 2).

Base atténuée brusquement en un long pétiole formant un angle obtus avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles sont subdistiques sur deux ou trois plans. Les feuilles courtes, supérieures ne sont pas rabattues vers l'avant et le rameau est entièrement apparent (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* - Elliptique, plus ou moins aiguë aux angles latéraux. Le sillon médian est peu profond sur le bord supérieur. La nervure fait légèrement saillie sur la face inférieure (fig. 5). Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 2,7 à 3,8.

Epiderme. — Les cellules épidermiques ont leur membrane externe très épaisse et lignifiée. Un ou deux canalicules la traversent jusqu'au contact de la forte cuticule.

Sous-épiderme. — Peu abondant, très discontinu le long du bord supérieur. Il est continu aux angles.

Tissu palissadique. — Formé généralement de deux assises de cellules étroites.

Canal sécréteur. — Le canal présente un diamètre très faible. C'est de toutes les espèces décrites celle dont le canal a la plus petite section. Il est en partie inclus dans la nervure. Il est accolé au sous-épiderme de la face inférieure et entouré par une gaine de cellules plus ou moins sclérifiées (fig. 6).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme incomplet. Il renferme deux faisceaux libéro-ligneux très distincts. Les cellules aréolées sont nombreuses et forment deux plages latérales.

On n'observe pas d'éléments sclérifiés au-dessous du liber.

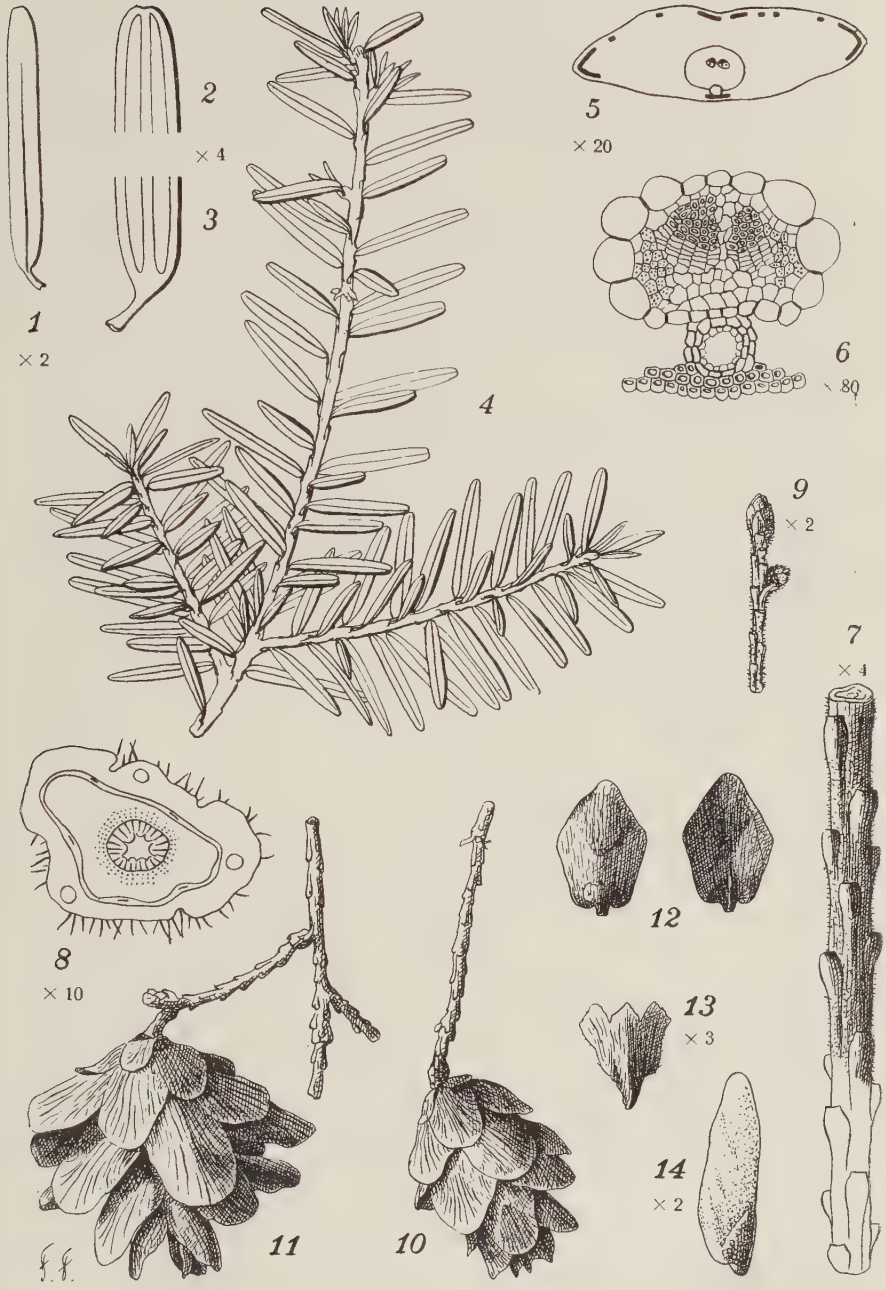
FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Feuille de rameau fertile. — Ne présente pas de différences sensibles avec la feuille de rameau stérile.

Feuille de la flèche. — Elle est un peu élargie vers la base. L'apex et le bord latéral sont entiers. Sur la face inférieure les bandes stomatiques sont très blanches. Leur largeur est égale à celle des bordures.

TABLEAU DES FIGURES (Légende).

TSUGA CAROLINIANA. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10; *9* bourgeon × 2; *10* cône fermé × 1; *11* cône ouvert × 1; *12* écaille vue sur les deux faces × 1; *13* bractée × 3; *14* graine × 2.



TSUGA CAROLINIANA

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Brun clair.

Pubescence. — Très forte. Les poils sont courts.

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — Irrégulière présentant des sillons peu profonds séparant de grandes cannelures (fig. 8).

Epiderme. — Il est formé de cellules fortement sclérifiées et cutinisées sur la face externe qui est bombée en saillie. Les poils sont courts unicellulaires.

Ecorce externe. — Son assise sous épidermique présente par place des membranes très épaissies, incomplètement lignifiées et ne se colorant pas exactement comme l'épiderme. Les arcs à membranes épaisses sont réunis par des arcs à membranes plus fines mais toujours légèrement lignifiées. Il y a donc un sous-épiderme continu et au dessous une ou deux assises plus ou moins subérifiées. L'écorce externe renferme généralement trois grands canaux.

Liège. — Il est épais. On compte cinq ou six assises dans le ramule de deux ans. Les cellules pierreuses, absentes dans les ramules très jeunes, forment un anneau continu dès la quatrième année.

Liber. — Epais, il renferme de nombreux cristaux.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle est peu épaisse et présente cinq pointes principales. Plusieurs cellules sont ponctuées.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 2,5 mm.

Largeur : 1,5 mm.

Ecailles. — Peu nombreuses, aiguës et carénées. Elles sont couvertes de poils courts.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde, s'ouvrant largement (fig. 10, 11).

Dimensions. — Longueur : 2,5 à 3,7 cm.

Largeur : 1 à 3,5 cm. suivant l'état de maturité du cône.

Ecailles. — Grandes, à contour pentagonal plus ou moins étroites au sommet. La base est très courte. La face externe présente de nombreuses striations. Elle est de couleur marron, plus foncée dans la partie cachée (fig. 12). Elle est finement pubescente.

Bractées. — Petites, inférieures au quart de l'écaille. Elles s'élargissent progressivement de la base longuement cuneiforme jusqu'au sommet. Elles se terminent par trois grands lobes, les latéraux quadrangulaires, le médian triangulaire, plus petit. Le bord de la bractée est fortement denticulé et lacinié (fig. 13).

GRAINE

Longueur : 4,3 mm.; longueur avec l'aile : 13 mm. Aile très longue et étroite, arrondie et rétrécie au sommet.

La graine est couverte sur sa face interne de nombreuses petites glandes peu visibles car leur couleur se confond avec celle du tégument (fig. 14).

TSUGA CHINENSIS (Franch.) Pritzl.

[*TSUGA TSUGA* (Franch.) (*non* Murray) (*nomen rejiciendum*).]

NON ET SYNONYMES

ABIES TSUGA FRANCHET (1884), 97.
— *Non* Siebold et Zuccarini.
ABIES CHINENSIS FRANCHET (1899), 259.
Tsuga Brunoniana Masters (1908), 422.
— *Non* Carrière.
TSUGA CHINENSIS PRITZEL (1900), 217; Masters (1902), 556; Dallimore et Jackson (1923), 533, *cum ic.;* Silva Tarouca et Schneider (1923), 300; Fitz Patrick (1929), 202; Beissner et Fitschen (1930), 77; Bailey (1933), 126; Orr (1933), 135; Flous (1936 f), 1.
Tsuga dumosa var. chinensis Franchet; Pritzel (1900), 217.
Tsuga formosana Hayata (1908), 194.
Tsuga Sieboldi Pritzel (1900), 217.
— *Non* Carrière.
Tsuga yunnanensis Masters (1906), 236 *in part.*

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

? 1889, Ichang province de Hupeh, donné par Kew, Herbier du Museum de Paris.

A. Henry, n° 7.156, March. 1889. Prov. du Szechwan. Herbier du Museum de Paris.

E. H. Wilson, 1898, Paokang. New York Botanical Garden.

R. P. Farges, n° 808, 1911, Su tchuen oriental, district de Tchen-Kéoutin. Herbier du Museum de Paris.

J. F. Rock, june 1922, n° 11.707. Muli Kingdom Southwestern Szechuan, Arnold Arboretum.

W. P. Fang, 1928, n° 3.731, Szechuan Luting Hsien, Luting Kiao, 8.500-9.000 ft., New York Botanical Garden et Museum de Paris.

N. Steward, C. Y. Chiao, H. C. Cheo, 29/9/1931, n° 474, Kweichow, near Lao Shan, Fan Ching Chan, Museum de Paris et New York Botanical Garden.

W. C. Cheng, 7/10/1931, n° 3.463, Szechuan : W. Tsa-go-lo, New York Botanical Garden, distributed from the Biological Laboratory of the Science Society of China.

Arboretum : Les Barres.

Cette espèce est répandue vers le centre-ouest et l'ouest de la Chine, dans le Hou-Pé, le Se-Tchouen et le Koéi-Tchéou.

TAILLE ET PORT

Arbre dont la taille varie de 8 à 40 m. d'après Fitschen.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, à peu près linéaire (fig. 1) les bords latéraux sont dépourvus de dents. La face supérieure présente un long sillon médian.

Dimensions. — Longueur : les feuilles courtes, insérées sur la face supérieure du rameau, ont comme dimension minima 6 à 8 mm.; les feuilles latérales atteignent 20 à 22 mm.

Largeur : 2,5 mm. environ.

Epaisseur : 0,6 mm.

Couleur. — Vert sombre devenant vert pourpre en vieillissant. La face inférieure est plus claire.

Stomates. — Ils sont localisés sur la face inférieure qui présente deux bandes de 6 à 9 lignes chacune. Chaque bande est aussi large que la bordure verte correspondante (fig. 2).

Extrémités. — Apex échancré (fig. 2).

Base atténuée en un court pétiole large et formant un angle très obtus avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles sont subdistiques, disposées à peu près sur trois ou quatre plans.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les angles formés par les bords latéraux sont aigus, très légèrement recourbés vers le bas. Le bord supérieur présente un sillon médian large et peu profond. La nervure fait une faible saillie sur la face inférieure (fig. 5). Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 3,5 à 4,6 et exceptionnelllement jusqu'à 5.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme ont leurs membranes très épaissies sur toutes les faces. La face externe est fortement cutinisée.

Sous-épiderme. — Abondant mais très discontinu le long du bord supérieur de la feuille (fig. 5).

Tissu palissadique. — Ce tissu est très nettement individualisé. Il est formé de une ou deux assises de cellules étroites.

Canal sécréteur. — Le canal sécréteur présente un diamètre moyen. Il est accolé au sous-épiderme de la face inférieure. Il est aux trois quarts inclus dans la nervure (fig. 5 et 6).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme bien distinct qui arrive généralement au contact du sous-épiderme de la face inférieure (fig. 6). Le système conducteur est constitué par deux faisceaux libéro-ligneux non fusionnés mais presque accolés. Une seule assise de cellules étroites les sépare.

On observe très rarement une fibre sclérifiée au dessous du liber.

Le tissu de transfusion est disposé en deux grandes plages latérales (fig. 6).

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Feuille de rameau fertile. — Sur des échantillons provenant de l'Arboratum des Barres, il n'y a pas de caractères spéciaux pour les feuilles fertiles.

Feuille de la Flèche. — Sa longueur est la même que celle de

la feuille de rameau stérile. Elle peut atteindre 3 mm. de largeur. L'apex est échancré et on observe à son voisinage quelques denticulations. Sur la face inférieure les stomates forment deux bandes très étroites. La bordure verte est beaucoup plus large.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Brun clair plus foncé au niveau des cicatrices.

Pubescence. — Bien marquée. Les poils sont fins et courts.

Cicatrices. — Elles sont saillantes.

Anatomie. — *Section.* — Circulaire ou elliptique suivant le niveau.

Epiderme. — Les cellules épidermiques ont leurs membranes très épaissies. Elles sont fortement cutinisées. Certaines portent des poils qui sont presque tous unicellulaires. Ils manquent au niveau des cannelures.

Ecorce. — Elle est formée de deux ou trois assises de cellules à membranes fines. Les canaux sécréteurs sont peu nombreux et mal individualisés.

Liège. — Il est peu épais, formé de une ou deux assises dans le ramule de l'année. Les cellules pierreuses n'apparaissent que dans les ramules de deux ans où elles sont disposées par petits groupes. Dans les ramules de trois et quatre ans, elles forment un ou deux cordons continus.

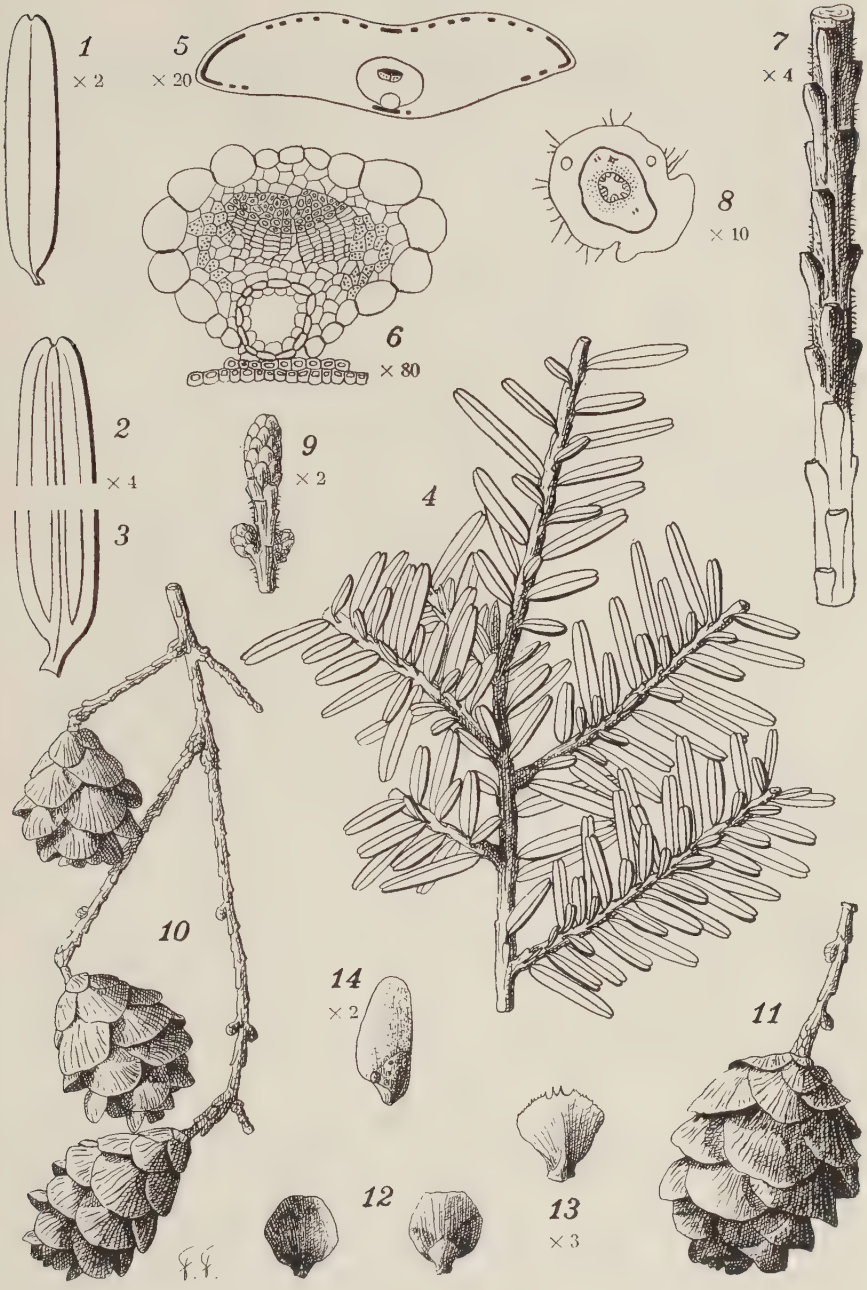
Liber. — Epais, il est divisé par des files radiales ou tangentielles de grandes cellules parenchymateuses.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — La moelle est étoilée et entièrement sclérifiée. De nombreuses cellules sont ponctuées comme celles des rayons.

TABLEAU DES FIGURES (Légende).

TSUGA CHINENSIS. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10; *9* bourgeon × 2; *10, 11* cônes × 1; *12* écaille vue sur les deux faces × 1; *13* bractée × 3; *14* graine × 2.



TSUGA CHINENSIS

BOURGEON

Forme. — Ovoïde cylindrique pour le bourgeon terminal, ovoïde globuleux pour les deux petits bourgeons latéraux qui l'accompagnent.

Dimensions. — Longueur : 2 à 4 mm.

Largeur : 1,5 à 2 mm.

Ecailles. — Les écailles sont nombreuses, arrondies, bombées. Les inférieures sont carénées.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Courtement pédonculée. Ovoïde, même lorsqu'il est ouvert (fig. 10, 11).

Dimensions. — Longueur : en général 15 à 22 mm. Pour quelques échantillons la longueur du cône peut atteindre 29 mm. (fig. 11).

Largeur : 12 à 20 mm. Elle atteint 23 mm. dans les grands cônes.

Ecailles. — A contour à peu près pentagonal. Elles sont à peine plus longues que larges. La base est courtement conique sans oreillettes latérales. Le bord de l'écaille est entier (fig. 12). Sa face externe est légèrement convexe et finement striée. La partie cachée présente une couleur plus sombre que la partie externe. Celle-ci est marron clair, ou rougeâtre, brillante.

Bractées. — Les bractées sont très courtes, leur hauteur est inférieure à la moitié de celle de l'écaille. Leur contour est à peu près triangulaire arrondi (fig. 13). Elles se terminent par deux courtes pointes aiguës encadrées de deux sillons (fig. 13). Le bord distal de la bractée est finement denté.

GRAINE

Longueur : 3,5 mm.; longueur avec l'aile : 8,5 mm. Cette longueur est bien inférieure à celle de l'écaille (fig. 14). L'aile est arrondie au sommet. Le bord interne est droit, le bord externe courbe. La plus grande largeur s'observe à la base.

La graine présente sur sa face interne une ou deux grosses glandes et d'autres très petites. Ces glandes sont de couleur foncée.

TSUGA CRASSIFOLIA Flous.

[(?) *TSUGA ROEZLII* Carrière (*nomen dubium*).]

NOM ET SYNONYMES

(?) *Picea Roezlii* Dupuis (1872), 51, *cum ic.*

TSUGA CRASSIFOLIA FLOUS (1936 f), 4 (*cum ic.*).

Tsuga Hookeriana in herb.

Tsuga Mertensiana in Jepson (1910), *tab.* 31.

Tsuga pattoniana (?) Engelmann (1880), 121; (?) Kellog (1882), 31; Coville (1893), 223; Lemmon (1898), 160.

(?) *TSUGA ROEZLII* CARRIERE (1870), 217, *cum ic.*

La description de *Tsuga Roezlii* donnée par Carrière ne concorde pas exactement avec les échantillons que j'ai appelés *crassifolia.* En effet, Carrière indique une feuille plane en dessus, alors que *crassifolia* a une feuille nettement convexe et même subcarénée. Il est probable, cependant, qu'il y a synonymie entre *Ts. Roezlii* et *Ts. crassifolia,* car l'arbre dont parle Carrière croît lui aussi au Nord de la Californie et cet auteur a estimé qu'il était différent de *Hookeriana.*

Une certaine incertitude régnant donc sur *Ts. Roezlii,* j'ai conservé le terme *Ts. crassifolia,* qui ne présente aucune ambiguité.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : D. Hooker, F. 5034, California : Silver Mountain 8.900 ft (*sub. Abies Pattoniana* Jeff = *Pinus Pattoniana* Parlatore = *Abies Williamsonii* Newb.). Herbier du Museum de Paris.

Hansen, 1892-94, n° 242, Alpine County, Carson Spur, 8.500 ft. (*sub. Pattoniana* Engelm). Herbier du Museum de Paris.

Alice Eastwood, july 1906, n° 1.040, California Lake Tahoe Region, near Lake Lucille, New York Botanical Garden (*sub. Hookeriana* (Mur.) Car).

Mc Gregor, Aug. 1/1909, n° 145, California. Plants of Lake Tahoe Region 7.800 ft New York Bot. Garden (*sub. Hookeriana* (Mur) Car).

A. A. Heller, Aug. 24/1912, n° 9.908, Nevada, Washoe County, Mont Rose, 9.000 ft. New York Bot. Garden (*sub. Hookeriana* Murr. Carr.).

L. R. Abrams, sept. 1930, n° 12.765, California, Half Moon Lake, Eldorado Co., 8.000 ft. New York Bot. Garden (*sub. Hookeriana* Murr. Carr.). (Echantillon type.)

Cette espèce parait localisée en Californie et dans le Nevada.

TAILLE ET PORT

Pas de renseignements connus.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Le plus souvent arquée. La face supérieure est convexe, sans sillon médian. Elle présente au contraire une large carène arrondie (fig. 1, 4). Bords latéraux de la feuille dépourvus de dents.

Dimensions. — Longueur : 12 à 25 mm.

Largeur : 1,1 à 1,3 mm. environ.

Epaisseur : 0,8 à 1,3 mm.

Couleur. — Sur les échantillons secs étudiés, les feuilles sont vert clair.

Stomates. — Les deux faces de la feuille en possèdent. Sur la face supérieure on compte 4 à 6 lignes de chaque côté du plan médian sur toute la longueur (fig. 1). Sur la face inférieure on compte à peu près le même nombre de rangées.

Extrémités. — Apex entier, obtus (fig. 2). Base atténuée en un pétiole allongé, étroit, mesurant environ 2 mm. (fig. 3).

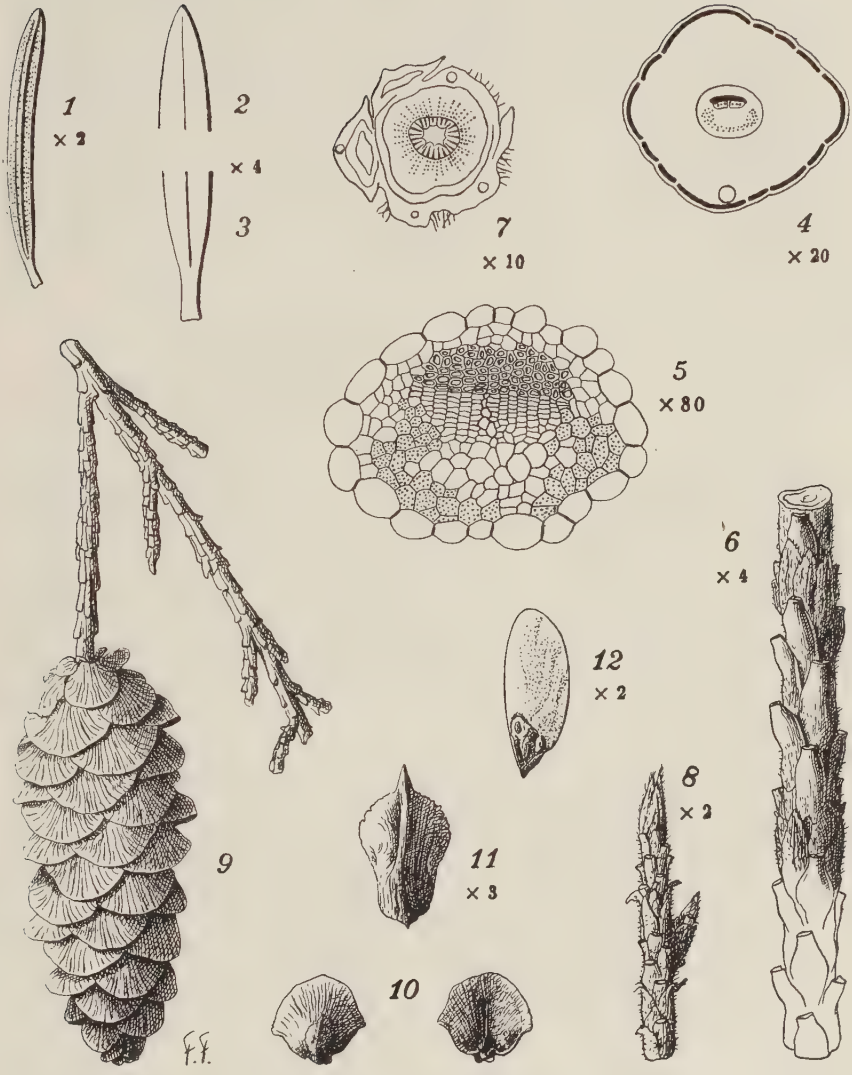
Insertion. — Pas de renseignements connus. Il est probable, étant donnée la forme des feuilles et celle des pétioles, que la disposition est comparable à celle de *Ts. Hookeriana.*

Anatomie. — *Section.* — De forme plus ou moins circulaire (fig. 4). Le rapport de la largeur à l'épaisseur est souvent égal à 1 et peut varier jusqu'à 1,4 environ.

Epiderme. — Il est formé de cellules à membranes très épaissies et sclérifiées. La membrane externe est fortement cutinisée et forme de légères papilles.

Sous-épiderme. — Très abondant, il est seulement interrompu par les stomates.

Tissu palissadique. — Ce tissu ne se distingue pas nettement du reste du parenchyme. Seule l'assise la plus externe est formée de cellules plus ou moins palissadiques. La structure est la même sur toutes les faces de la feuille, elle n'est donc pas bifaciale comme dans la plupart des autres espèces du genre. Les membranes du parenchyme foliaire présentent de nombreuses petites ponctuations.



TSUGA CRASSIFOLIA

TSUGA CRASSIFOLIA. — *1* Feuille de rameau stérile × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule × 10; *8* bourgeon × 2; *9* cône × 1; *10* écaille vue sur les deux faces × 1; *11* bractée × 3; *12* graine × 2.

Canal sécréteur. — Le canal sécréteur est très distant de l'endoderme (fig. 4). Il est limité par une assise de cellules plus ou moins complètement sclérifiées.

Cylindre central. — Il renferme un faisceau libéro ligneux souvent divisé, dans le plan médian, par une ou deux files de grandes cellules.

Le tissu aréolé forme un arc généralement discontinu accolé à l'endoderme, au dessous du liber (fig. 5).

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Pas de renseignements particuliers connus.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair ou jaune orangé, devenant gris argenté en vieillissant.

Pubescence. — Légère ou abondante.

Cicatrices. — Les cicatrices foliaires sont portées par des coussinets allongés. Les entrenœuds sont à peu près deux fois plus longs que dans *Ts. Hookeriana*, ils sont limités par des verticilles d'écailles persistantes (fig. 6).

Anatomie. — *Section.* — Elle présente de fortes cannelures correspondant aux coussinets foliaires.

Epiderme. — Les cellules épidermiques sont fortement cutinisées. Au niveau des sillons elles portent des poils unicellulaires.

Ecorce externe. — Elle est à peu près inexistante, l'assise sous-épidermique étant plus ou moins subérifiée.

Liège. — Il est formé de cinq ou six assises de cellules dans le ramule de trois ans.

Ecorce interne. — Elle est formée de cellules arrondies, collenchymateuses.

Liber. — Epais, il est très divisé par de larges rayons parenchymateux (fig. 7).

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Ses cellules ont des membranes épaisses, collenchymateuses ou plus ou moins sclérifiées.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde très pointu (fig. 8).

Dimensions. — Longueur : 5 mm.
Largeur : 2 mm.

Ecailles. — Très étroites, lancéolées et carénées. Elles sont fortement velues.

Enduit cireux. — Assez abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde cylindrique (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 3,5 à 6 cm.
Largeur : 1,9 à 2,5 cm.

Ecailles. — Nombreuses, à peu près aussi longues que larges, suborbiculaires avec deux oreillettes latérales (fig. 10). La face externe est de couleur violet sombre sur les cônes jeunes. Elle devient brun clair ultérieurement.

Bractées. — Assez grandes, dépassant presque le milieu de l'écaille (fig. 11). La base est plus étroite que le limbe. Ce dernier est arrondi, denticulé et terminé par une pointe médiane.

GRAINE

Longueur : 4 mm.; longueur avec l'aile : 11 mm. Aile arrondie au sommet. La graine présente trois ou quatre grosses glandes (fig. 12).

TSUGA DIVERSIFOLIA (Maxim.) Masters.

NOM ET SYNONYMES

ABIES DIVERSIFOLIA MAXIMOWICZ (1866), 373; (1868), 229; Franchet et Savatier (1875), 468.
Abies Tsuga nana Siebold et Zuccarini (1842); (1862), 13.
Pinus Araragi var. diversifolia Voss (1907), 93.
Pinus Araragi var. nana Voss (1913), 773.
Pinus Tsuga nana Endlicher (1867), 83.
Tsuga Araragi var. nana Sargent (1898), 60.
TSUGA DIVERSIFOLIA MASTERS (1881), 514; Sargent (1894), 81; (1897), 491, *cum ic.;* Von Tubeuf (1897), 88; Miyoshi (1906), 35, *cum*

tabul; Wilson (1916), 50, *cum tabul;* Pavari (1921), 9; Dallimore et Jackson (1923), 534, *cum ic.;* Silva Tarouca et Schneider (1923), 300, *cum ic.;* Fitz Patrick (1929), 202, *cum ic.;* Beissner et Fitschen (1930), 79; Bailey (1933), 126; Flous (1936 f), 1.

Tsuga Sieboldii nana Carrière (1855), 186; (1867), 246; Schelle (1909), 116.

Tsuga yunnanensis Masters (*pro parte*); (1906), 236, fig. 93.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanès : ?, 1862, Japonia, Yokohama, Ex. Herb. horti. bot. Petropolitani, Maximovicz. Iter secundum (*sub. Sieboldii*).

?, 1.863, Japon, Nagasaki, Naga yama. Herbier du Museum de Paris.

Ab. Faurie, 1890, Japon, spontané sur le Gan fu, à partir de 1.000 m., Herbier du Museum de Paris.

id., 1894, n° 13.511, sommet de l'Hayachine. Herbier du Museum de Paris.

D'après Wilson cette espèce croît dans les montagnes de la région de Nikko et sur presque toutes les hautes montagnes du centre et du nord de Hondo. Sa station la plus septentrionale est Hakkodayama près de Aomori.

TAILLE ET PORT

Arbre à port plus ou moins pyramidal. Taille peu élevée variant de 16 à 22 m. et exceptionnellement 26 m. Sur les pentes balayées par le vent au Nord de Hondo l'espèce est buissonnante et réduite à 1,5 m. ou 2 m. de haut [d'après Wilson]. Le tronc mesure en moyenne 2 m. à 2 m. 50 de circonférence, dans les plus grands spécimens il atteint 4 m. [d'après Wilson]. Les branches sont étalées, horizontales, très ramifiées; elles persistent jusqu'au bas du tronc.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

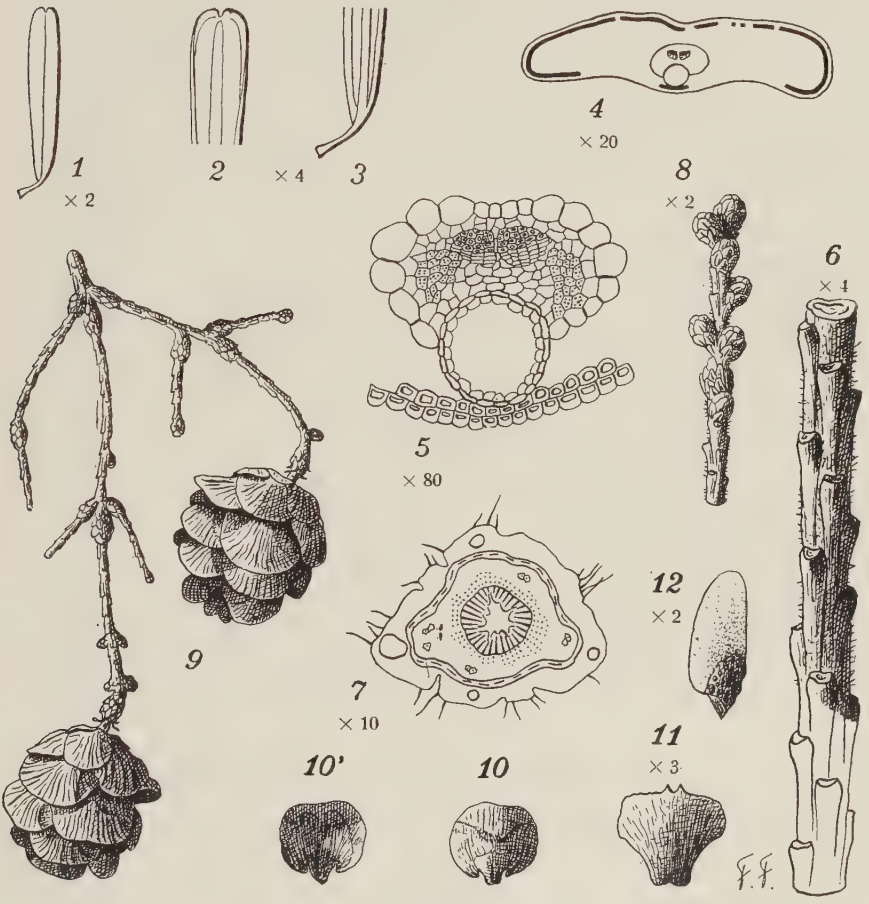
Morphologie. — *Forme.* — Droite, plus large au sommet que dans sa moitié inférieure (fig. 1). La face supérieure présente un long sillon médian. Les bords latéraux sont entiers, sans denticulations.

Dimensions. — Longueur : les feuilles les plus courtes mesurent 8 mm. environ. Les plus longues ne dépassent pas 12 mm.

Largeur : 2 mm. environ.

Epaisseur : 0,5 mm.

Couleur. — Vert sombre sur la face supérieure, blanches sur la face inférieure.



TSUGA DIVERSIFOLIA

TSUGA DIVERSIFOLIA. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule × 10; *8* bourgeon × 2; *9* cône × 1; *10* écaille vue sur les deux faces × 1; *11* bractée × 3; *12* graine × 2.

Stomates. — La face inférieure seule en possède. Ils forment une dizaine de lignes blanches de chaque côté de la nervure. La bande stomatifère est plus large que la bordure verte de la feuille (fig. 2).

Extrémité. — Apex échancré (fig. 2). Base terminée par un long pétiole fin, formant un angle obtus avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles sont nombreuses sur les rameaux. Pas de renseignements connus sur leur disposition.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique. Les bords latéraux sont très arrondis, épais. Le bord supérieur présente un faible sillon médian. Sur la face inférieure, la nervure fait une légère saillie. Le rapport de la largeur à l'épaisseur est voisin de quatre (fig. 4).

Epiderme. — Les cellules épidermiques sont rectangulaires, à membrane externe cutinisée.

Sous-épiderme. — Il est très abondant, presque continu (fig. 4).

Tissu palissadique. — Ce tissu est peu individualisé et formé de une ou deux assises de cellules larges.

Canal sécréteur. — Le canal présente un grand diamètre. Il est à demi inclus dans la nervure. Il est accolé au sous-épiderme de la face inférieure (fig. 5).

Cylindre central. — Il a des dimensions réduites. L'endoderme est bien distinct. Les deux faisceaux libéro-ligneux sont accolés et simplement séparés par une file de cellules étroites. Les cellules aréolées forment deux grandes plages latérales (fig. 5). On observe exceptionnellement une fibre sclérifiée au dessous du liber.

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Pas de renseignements particuliers connus.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron foncé.

Pubescence. — Bien marquée (fig. 6). Pour Wilson elle est tantôt uniforme sur tout le ramule, tantôt localisée dans les sillons qui séparent les cicatrices.

Cicatrices. — Saillantes.

Anatomie. — *Section.* — Très irrégulière elle présente plusieurs sillons étroits, plus ou moins profonds (fig. 7).

Epiderme. — Il est formé de cellules en papilles. Certaines portent des poils courts, d'autres des poils plus longs, uni ou bicellulaires.

Ecorce. — Assez épaisse, elle est formée de quatre ou cinq assises de cellules. L'assise la plus externe a des membranes épaissies. Les canaux sécréteurs sont plus ou moins grands et au nombre de trois ou quatre.

Liège. — Il est formé de quatre ou cinq assises de cellules très aplaties.

Ecorce interne. — Au dessous du liber, la zone corticale interne renferme quelques sclérites isolés ou groupés en petits amas (fig. 7).

Liber. — Peu épais, il renferme de nombreux cristaux.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle forme trois ou cinq pointes principales. Entièrement sclérifiée elle présente quelques cellules ponctuées.

BOURGEON

Forme. — Les bourgeons sont globuleux (fig. 8). Ils sont pyriformes ou subglobuleux pour Wilson. Leur nombre est très élevé à l'extrémité et le long des rameaux, ce qui entraîne une grande ramification. Ce caractère permet une détermination facile de l'espèce.

Dimensions. — Le bourgeon est petit. Longueur : 2 ou 2,5 mm.
Largeur : 2 mm.

Ecailles. — Les écailles sont nombreuses, aiguës au sommet et toutes carénées.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Sphérique lorsqu'il est ouvert (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 2 cm. environ.
Largeur : 2 cm. environ.

Ecailles. — Elles sont un peu plus larges que hautes, à peu près orbiculaires. La base courte et large est encadrée par deux

petites oreillettes bien marquées. Le bord de l'écaille est entier. Sa face externe, légèrement convexe est finement striée. Elle présente une partie externe de couleur marron rougeâtre, foncée et brillante. La partie cachée est plus sombre et déprimée par rapport à la précédente (fig. 10).

Bractées. — Les bractées sont courtes, bien qu'elles dépassent le tiers de la hauteur de l'écaille. Leur moitié inférieure est brusquement rétrécie. La moitié supérieure est à peu près rectangulaire. Le bord distal, droit, présente deux dents aiguës (fig. 11).

GRAINE

Longueur : 4 mm.; longueur avec l'aile : 10 mm. Aile étroite, rétrécie et arrondie au sommet. Le bord interne est droit. La graine présente une face interne couverte de nombreuses glandes sombres isolées ou fusionnées (fig. 12).

TSUGA FORMOSANA Hayata.

NOM ET SYNONYMES

TSUGA FORMOSANA HAYATA (1908 a), 194; Dallimore et Jackson (1923), 534; Beissner et Fitschen (1930), 81; Flous (1936 f), 1.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : T. Kawakami, U. Mori, 1906, n° 111, Mont Niitaka 10.000 ft, Formosa, Ex. Herb. Gov. of Formosa in New York Bot. Garden.

Ab. Faurie ? Arizan 2.500 m., Museum de Paris.

E. H. Wilson, feb. 1918, n° 9.761, Formosa, Arizan, prov. Kagi, 2.800-2.933, Arnold Arboretum. Exped. to Eastern Asia 1917-18.

id., March, 5/1918, n° 10.122 Formosa, Nako prov. Nanto, Arnold Arboretum exped. to eastern Asia 1917-18, et Museum de Paris.

R. Kanchira ? Fonnofushiroan. Foyen. Arnold Arboretum.

Cette espèce est localisée à Formose.

TAILLE ET PORT

Arbre pouvant atteindre 36 m. de haut d'après Wilson.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, linéaire. La face supérieure est sillonnée sur toute sa longueur. Les bords latéraux sont entiers (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : les feuilles les plus courtes mesurent 6 et même 4 mm. seulement. Les feuilles les plus longues ont en moyenne 12 mm. mais peuvent atteindre exceptionnellement 19 mm.

Largeur : 2 mm. environ.

Epaisseur : 0,5 mm.

Couleur. — La face supérieure est généralement vert sombre brillante. La face inférieure est très blanche.

Stomates. — La face inférieure seule en possède. On compte 6 à 9 lignes de chaque côté de la nervure. La bande stomatifère est un peu plus large que la bordure verte (fig. 2, 3).

Extrémités. — Apex courtement échancré (fig. 2). Base terminée par un court pétiole formant un angle presque aigu avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Pas de renseignements connus. Les échantillons étudiés sont tous effeuillés. Il est probable que les feuilles étant aplaties sont subdistiques.

Anatomie. — *Section.* — Elliptique. Les bords latéraux forment un angle aigu non recourbé vers le bas (fig. 4). Le bord supérieur présente un léger sillon médian. La nervure fait une faible saillie sur la face inférieure. Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 3,5 à 4.

Epiderme. — Il est formé de cellules rectangulaires fortement cutinisées sur leur membrane externe.

Sous-épiderme. — Il est très discontinu (fig. 4).

Tissu palissadique. — Ce tissu est formé de une ou deux assises de cellules étroites.

Canal sécréteur. — Le canal présente un diamètre assez grand.

Il est à demi inclus dans la nervure et il est le plus souvent accolé à l'épiderme inférieur (fig. 5).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme formé d'un nombre réduit de cellules. Le système conducteur est formé de deux petits faisceaux distincts mais accolés. Les cellules aréolées sont peu nombreuses et forment deux plages latérales. On n'observe pas de fibres sclérifiées au dessous du liber.

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Pas de renseignements spéciaux connus.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair.

Pubescence. — Le plus souvent nulle, quelquefois très fine et localisée dans les sillons.

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 6).

Anatomie. — *Section.* — Plus ou moins circulaire suivant le niveau.

Epiderme. — Il est formé de cellules rectangulaires, à membranes légèrement et régulièrement épaissies. La face externe des cellules est convexe.

Ecorce externe. — A peu près nulle, les quatre ou cinq assises sous épidermiques étant subérifiées.

Liège. — Peu épais, il forme un cordon de trois ou quatre assises de cellules très aplaties (ramule de six ans).

Liber. — Epais, il est très divisé par de larges rayons parenchymateux.

Ecorce interne. — Elle renferme quelques gros sclérites.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle est entièrement sclérifiée.

TABLEAU DES FIGURES (Légende).

TSUGA FORMOSANA. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 3; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule × 10; *8* bourgeon × 2; *9* cône fermé × 1; *10* cône ouvert × 1; *11* écaille vue sur les deux faces × 1; *12* bractée × 3; *13* graine × 2.

TSUGA FORMOSANA

BOURGEON

Forme. — Ovoïde. On compte généralement trois bourgeons à l'extrémité du ramule.

Dimensions. — Longueur : 3 à 5 mm.

Largeur : 2 à 3 mm.

Ecailles. — Les écailles sont nombreuses, très aiguës au sommet. Toutes présentent une forte carène médiane (fig. 8).

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde lorsqu'il est fermé (fig. 9), ovoïde globuleux lorsqu'il est ouvert (fig. 10).

Dimensions. — Longueur : 2 à 3 cm.

Largeur : 15 à 25 mm. suivant l'état de maturité du cône (12 mm. de large pour HAYATA).

Ecailles. — De forme orbiculaire. Le bord, entier, forme deux oreillettes aiguës de chaque côté de la base (fig. 11). La face externe de l'écaille est finement striée, à l'exception d'une étroite bordure lisse. Elle est de couleur marron clair brillant pour la partie externe, brun violacé pour la partie cachée.

Bractées. — Les bractées sont courtes, elles n'atteignent pas le milieu de l'écaille. Le bord distal présente plusieurs lobes fortement denticulés et laciniés. Les deux lobes médians sont séparés par un sillon étroit (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 4 mm.; longueur avec l'aile : 9 mm. environ. Aile élargie à la base, arrondie au sommet. Le bord interne est à peu près droit.

La graine possède sur la face interne de nombreuses petites glandes (fig. 13).

TSUGA FORRESTII Downie.

NOM ET SYNONYMES

TSUGA FORRESTII DOWNIE (1923), 18 (*cum ic.*); Beissner et Fitschen (1930), 79; Orr (1933), 136; Flous (1936 f), 1.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Forrest n° 17.169, nov. 1918. Yunnan, Lichiang Range. Lat. 27° 30 N. In pure and mixed forests, 10-13.000 ft. Royal Botanic Garden, Edinburgh.

Cette espèce n'est encore connue qu'au Yunnan.

TAILLE ET PORT

Arbre de 9 à 25 m. de haut d'après Forrest.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite linéaire. La face supérieure présente un sillon médian. Les bords latéraux sont entiers, sans denticulations.

Dimensions. — Longueur : varie de 10 à 25 mm. d'après Miss Downie.

Largeur : 2 mm.

Epaisseur : 0,4 à 0,6.

Couleur. — Verte sur les deux faces d'après Miss Downie. Il est probable que sur l'échantillon frais la face inférieure était blanche.

Stomates. — La face inférieure seule en possède 6 à 8 lignes. Ils forment deux bandes plus larges que les bordures vertes (fig. 2).

Extrémités. — Apex échancré (fig. 2). Base terminée par un pétiole aplati et formant un angle obtus avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Pas de renseignements.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les bords latéraux forment un angle aigu. Le bord supérieur présente un sillon médian peu profond. La nervure fait à peine saillie sur le bord inférieur. Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 3 à 5.

Epiderme. — Il est formé de cellules fortement cutinisées, à cavité très plate.

Sous-épiderme. — Continu le long du bord supérieur et dans les angles (fig. 4).

Tissu palissadique. — Ce tissu est formé de une ou deux assises de cellules hautes et étroites.

Canal sécréteur. — Le canal présente un diamètre réduit. Il est à demi inclus dans la nervure et accolé au sous épiderme de la face inférieure (fig. 5).

Cylindre central. — Le cylindre central est limité par un endoderme net. Il renferme deux faisceaux libéro ligneux bien distincts mais peu éloignés. Ces deux faisceaux sont séparés par une file de grandes cellules remplies de cristaux d'oxalate.

Les cellules aréolées sont nombreuses et forment deux grandes plages latérales (fig. 5).

On n'observe pas de fibres sclérifiées au dessous du liber.

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Pas de renseignements connus.

RAMULE

Seul un ramule de deux ans a pu être étudié.

Morphologie. — *Couleur.* — Brun clair sur lequel tranche nettement le pourpre des cicatrices foliaires.

Pubescence. — Le ramule est couvert de poils courts.

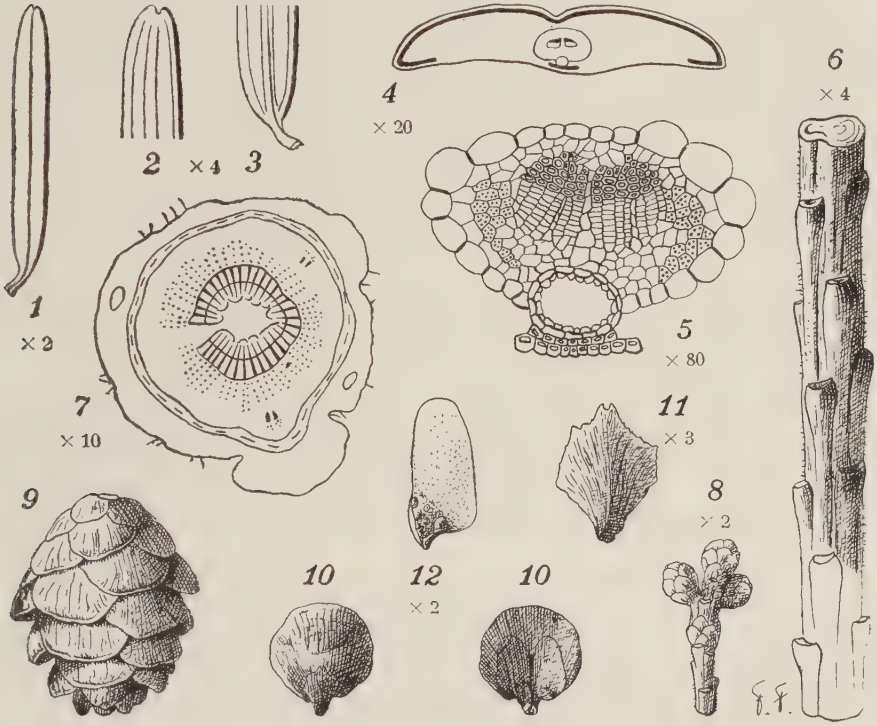
Cicatrices. — Saillantes (fig. 6).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire présentant quelques légers sillons (fig. 7).

Epiderme. — Il est formé de cellules inégales, légèrement cutinisées et en forme de papilles. Certaines portent des poils courts unicellulaires.

Ecorce. — Formée de deux ou trois assises de cellules mortes.

Liège. — Dans le ramule de deux ans étudié il est formé de quatre à six assises de cellules. On observe, sur une ou deux assises plus ou moins continues, des cellules pierreuses.



TSUGA FORRESTII

TSUGA FORRESTII. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervures × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule × 10; *8* bourgeon × 2; *9* cône × 1; *10* écaille vue sur les deux faces × 1; *11* bractée × 3; *12* graine × 2.

Liber. — Il est épais et renferme de nombreux cristaux.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle forme de nombreuses pointes et ses cellules sont ponctuées.

BOURGEON

Forme. — Globuleux (fig. 8).

Dimensions. — Faibles. Longueur : 3 mm.

Largeur : 2,3 mm. environ.

Ecailles. — Peu nombreuses, bombées, arrondies au sommet. Elles présentent une courte carène. Le bord de l'écaille est finement denté.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde (fig. 9), courtement pédonculé d'après Miss Downie.

Dimensions. — Longueur : 25 à 30 mm.

Largeur : 20 mm. environ.

Ecailles. — Grandes, orbiculaires et bombées. Elles sont arrondies, tronquées pour M. Downie. Le bord est entier et la base largement cunéiforme; la partie externe est brun clair, glabre et luisante, plus en relief que la partie cachée. Cette dernière est fortement velue. La face externe de l'écaille est finement striée (fig. 10).

Bractées. — Elles sont courtes et n'atteignent pas la moitié de l'écaille. Leur forme est dissymétrique. Le bord distal présente un lobe médian terminé par deux courtes dents (fig. 11). Le bord de la bractée est finement denticulé. La face externe est pubérulante.

GRAINE

Longueur : 3 mm.; longueur avec l'aile : 13 mm. Cette longueur est très inférieure à celle de l'écaille (fig. 12).

Aile large un peu rétrécie au sommet qui est arrondi. Le bord interne est presque droit.

La graine présente sur sa face interne une grosse glande et d'autres plus petites.

TSUGA HETEROPHYLLA (Rafinesque ?) Sargent.

NOM ET SYNONYMES

Abies albertiana Murray (1863), 149.

Abies albertiana var. argenteo variegata hort. Beissner et Fitschen (1930), 74.

Abies Bridgesii Kellog (1863), 8, 37.

Abies canadensis var, taxifolia Gordon, 18.

ABIES HETEROPHYLLA RAFINESQUE (1832), 119; (1847); Endlicher (1847), 124.

Abies Mertensiana Lindley et Gordon (1858), 18, 211; Carrière (1855), 232; Cooper (1869), 412; Lavallée (1887), 265 (*ap.* Beissner et Fitschen (1930), *non* Lindley et Gordon; *ap.* Pavari (1921), 4).

— *Non* Murray (1853).

Abies Pattoniana McNab.

— *Non* Parlatore *nec* Jeffrey.

Abies Pattonii Jeffrey, *ap.* McNab.

— *Non ap.* Beissner et Fitschen.

— *Non* Newberry.

Abies taxifolia Jeffrey.

Abies Williamsonii Bridges.

Pinus canadensis Bongard (1833), 163; Hooker.

— *Non* Linné (1763).

Pinus Mertensiana Parlatore, Bongard, 163; Hooker, 164; Endlicher, 111.

Tsuga albertiana Sénéclauze (1867), 18; Kent (1900), 459; Dallimore et Jackson (1923), 524, *cum ic.;* Fitz Patrick (1929), 202.

Tsuga canadensis var. Mertensiana Newberry.

TSUGA HETEROPHYLLA SARGENT (1898), 73; (1901), *cum tabul;* Jepson (1901), 19; Silva Tarouca et Schneider (1923), 302, *cum ic.;* Davidson (1927), 32, *cum ic.* et *tabul.;* Pardé (1928), 103; Beissner et Fitschen (1930), 74; Bailey (1933), 125; Schnarf (1933), 241; Chamberlain (1935), 225; Flous (1936 f), 1.

— *Non* Bongard.

Tsuga heterophylla var. argentea-variegata hort.; Silva Tarouca et Schneider (1923), 302, *cum ic.;* Beissner et Fitschen (1930), 74.

Tsuga Mertensiana Carrière (1867), 250; Engelmann (1880), 120; Von Tubeuf (1897), 88; Pardé (1906), 106; Schelle (1909), 115, *cum ic.;* Beissner (1909), 91, *cum ic.;* Guinier (1932), 21; Fritsch (1933).

— *Non* Sargent (1898), 77.

Tsuga Mertensiana var. argenteo-variegata Beissner (1909), 94; Schelle (1909), 115.

Tsuga Mertensiana-macrophylla Pardé (1906), 107; Beissner (1909), 92; Schelle (1909), 115.

Tsuga Pattoniana McNab.

— *Non* Parlatore.

Le nom *Mertensiana* Carrière est souvent employé pour désigner cette espèce. Certains auteurs estiment même que c'est le seul nom valable, c'est en particulier l'opinion de Fritsch *in* Schnarf, 1933. Mais les auteurs américains, depuis Sargent, ont utilisé le nom *Mertensiana* pour désigner notre *Hookeriana*. Quelle que soit sa valeur, le terme *Mertensiana* crée donc des confusions et désigne mal la plante qu'il s'agit de désigner. C'est pourquoi je ne l'ai pas employé.

Le nom *Pattoniana* est extrêmement confus. McNab estime que c'est le *Pattonii* de Jeffrey, alors que Fitschen considère que ce *Pattonii* est la même chose que notre *Hookeriana* Carrière. Le terme *Pattoniana* s'applique donc à deux espèces absolument différentes et cela crée une confusion inextricable.

Le nom *heterophylla*, de Rafinesque, se rapporte d'une façon extrêmement douteuse à notre espèce. Pour Walckenier Suringar, il se rapporte même plutôt à *Tsuga canadensis*. Mais il a l'avantage d'avoir été employé correctement depuis qu'il a été utilisé par Sargent. On peut donc cesser de discuter l'opinion sans intérêt de Rafinesque et adopter un terme qui ne crée pas de confusions. Je nomme donc cette espèce *Ts. heterophylla* (Raf. ?) Sargent.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Columbia valley Oregon Boundary commission. Herbier du Museum de Paris (*sub. Abies Mertensiana*).

Dr Lyall, ?, near the 49 th. parall. Oregon Boundary Commission.

Thomas Bridges, Esq., n° 322, California New York Bot. Garden.

G. R. Vasey, 1875, California. Museum de Paris (*sub. Mertensiana* Lindl).

E. Lloyd, déc. 27/1894, Toutle River Cowletz Co., Wash., New York. Bot. Garden.

A. D. Elmer, june 1900, n° 2.482, Clallam Co. Olympic Mounts Washington, New York Bot. Garden.

Mr., Mrs Cornelius Van Brunt, 1900, n° 163, Canadian Rockies, Glacier, British Columbia, New York Bot. Garden.

M. W. Gorman, 1902, n° 291, Alaska, Lake Iliamna Region, New York. Bot. Garden.

Jas. Mc. Murphy, sept. 1903, n° 460, Northern California, Mendocino County Kaisen. District. New York. Bot. Garden.

Huron, H. Smith, 9/29/1910, n° 3.218, Oregon, Bridal Veil, Multnomah Co. New York. Bot. Garden.

id., 10/30/1911, n° 4,227, Washington granit. Falls, Snohomish County. New York. Bot. Garden.

J. M. Grant, july 1917, Montesano Washington. New York. Bot. Garden.

Dr and Mrs E. B. Zeller, june 25/1917, n° 839, Washington, Iriday Harbor, San Juan Islands. New York. Bot. Garden.

J. M. Grant, 1919, Montesano, Washington New York. Bot. Garden.

Arboretum : Les Barres.

Cette espèce occupe une aire vaste sur la côte pacifique de l'Amérique du Nord, de la Colombie Britannique à la Californie.

TAILLE ET PORT

Grand arbre pouvant atteindre 60 à 75 m. de haut. La circonférence du tronc peut dépasser 6 m. [d'après Dallimore et Jackson]. Port irrégulier. Les rameaux sont horizontaux et pendants à l'extrémité. Le tronc est couvert d'une écorce épaisse, ridée.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, linéaire. La face supérieure présente un sillon médian qui n'atteint pas l'apex. Les bords latéraux sont denticulés sur les trois quarts environ de la longueur de la feuille (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : les feuilles les plus courtes de la face supérieure du rameau mesurent 5 mm.; les feuilles les plus longues, toujours latérales atteignent jusqu'à 20 et 23 mm. Leur dimension plus fréquente est aux environ de 16 mm.

Largeur : 1,8 mm. environ.

Epaisseur : 0,6 mm.

Couleur. — Face supérieure vert jaune. Face inférieure blanche bordée de vert clair.

Stomates. — Ils n'existent que sur la face inférieure qui en possède 6 à 10 lignes.

Les bandes stomatifères sont plus larges que les bordures vertes (fig. 2, 3).

Extrémités. — Apex entier rétréci en ogive obtuse (fig. 2). Base

brusquement atténuée en un court pétiole formant un angle obtus avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles sont subdistiques. Quelques feuilles courtes cachent le rameau (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique épaisse. Les bords latéraux forment un angle aigu brusquement rétréci, très court. Le bord supérieur présente un sillon médian peu profond. Le bord inférieur est très convexe (fig. 5). Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 2 à 3,7.

Epiderme. — Formé de cellules rectangulaires à membranes internes peu épaissies. La cavité des cellules est grande.

Sous-épiderme. — Très réduit. Le bord supérieur n'en possède qu'au niveau du sillon médian. Il est toujours présent aux angles.

Tissu palissadique. — Ce tissu est formé de deux ou trois assises de cellules étroites et hautes à membranes finement ondulées.

Canal sécréteur. — Le canal présente un diamètre assez grand. Il est accolé d'une part à l'endoderme, d'autre part au sous-épiderme de la face inférieure.

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme complet qui forme une légère invagination au niveau du canal sécréteur. Le système conducteur est constitué par deux faisceaux libéro-ligneux, bien distincts (fig. 6).

Les cellules aréolées sont grandes et peu nombreuses. Elles forment deux plages latérales en partie accolées à l'endoderme.

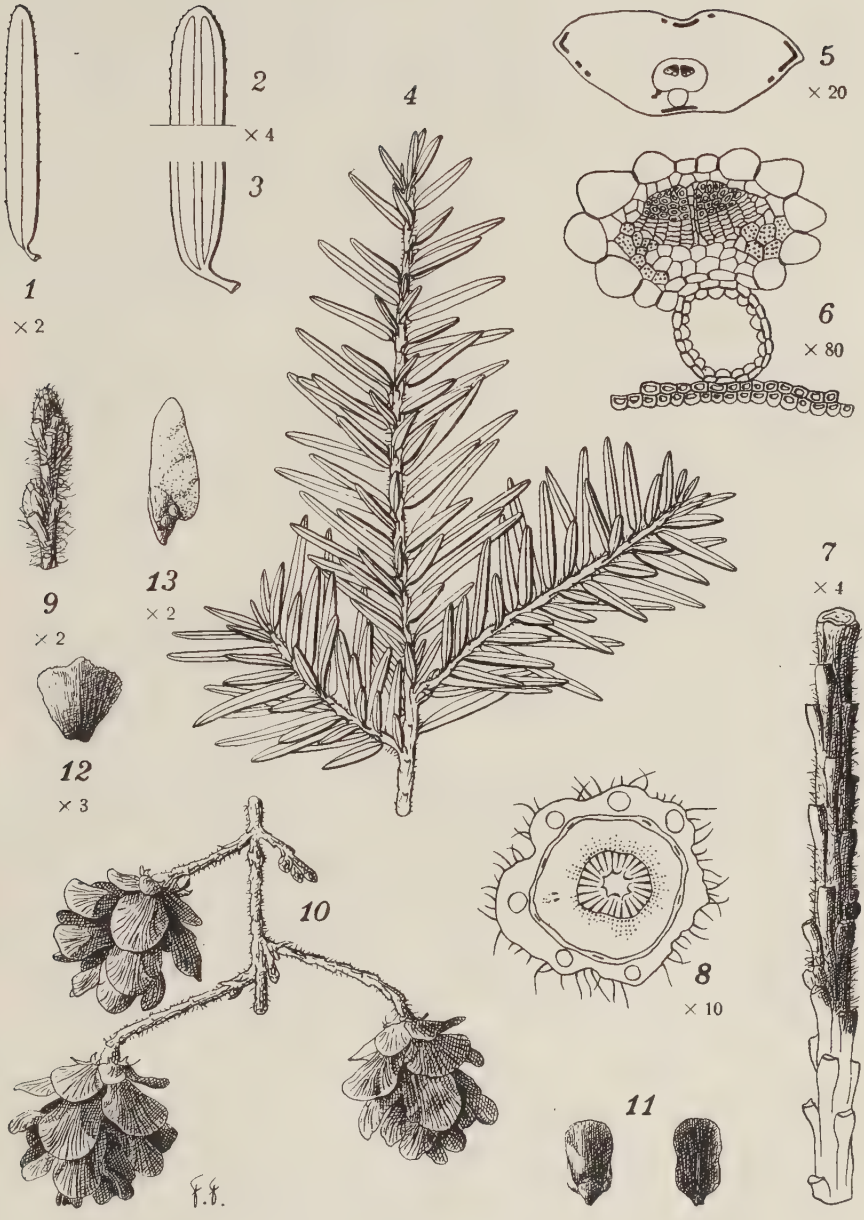
On n'observe pas d'éléments sclérifiés au-dessous du liber.

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Feuille de rameau fertile. — Ne présente pas de différences sensibles avec la feuille de rameau stérile.

TABLEAU DES FIGURES (Légende).

TSUGA HETEROPHYLLA. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10; *9* bourgeon × 2; *10* cône × 1; *11* écaille vue sur les deux faces × 1; *12* bractée × 3; *13* graine × 2.



TSUGA HETEROPHYLLA

Feuille de la flèche. — Les caractères de la feuille de rameau stérile y sont exagérés. L'apex est entier et étroit. Les bords latéraux portent de longs poils blancs très fins. Sur la face inférieure les bandes stomatiques sont très larges. Elles laissent une étroite nervure et deux bordures très étroites aussi.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair jaunâtre, sur lequel on distingue les cicatrices foliaires pourpres. Le ramule devient gris violacé en vieillissant.

Pubescence. — Très forte. Le ramule est couvert d'un feutrage de longs poils glanduleux, très serrés. La pubescence est encore très forte sur les ramules de cinq et six ans.

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire avec de nombreux sillons larges et peu profonds (fig. 8).

Epiderme. — Fortement sclérifié. Quelques cellules présentent des ponctuations de la membrane. D'autres, plus nombreuses, portent des poils plus ou moins longs, formés de une à trois cellules.

Ecorce externe. — Très réduite elle est formée de deux assises dont la plus externe présente par places des membranes très épaissies.

On compte jusqu'à six grands canaux résinifères.

Liège. — Peu épais, sans cellules pierreuses.

Ecorce interne. — Large, elle est dépourvue de sclérites dans les ramules de un et deux ans. Au voisinage du liège les cellules sont arrondis, collenchymateuses.

Liber. — Peu épais, très divisé radialement dans la zone externe.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle forme cinq pointes principales. Elle est fortement sclérifiée surtout à la périphérie. De nombreuses cellules sont ponctuées.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 3 mm.

Largeur : 1,6 mm.

Ecailles. — Peu nombreuses, aiguës, lancéolées au sommet. Elles présentent une longue carène médiane et sont fortement pubescentes (fig. 9).

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Sessile, ovoïde pointu lorsqu'il est jeune ou fermé, globuleux lorsqu'il est ouvert (fig. 10).

Dimensions. — Longueur : elle varie beaucoup sur le même échantillon. Les cônes peuvent mesurer 11 à 25 mm.

Largeur : 9 à 22 mm.

Dans le cône jeune non ouvert la longueur dépasse la largeur de 9 à 13 mm. Dans le cône ouvert au maximum les deux dimensions sont à peu près égales. Les écailles sont alors presque perpendiculaires à l'axe.

Ecailles. — Elles sont très étroites, presque deux fois plus longues que larges. Le bord est entier, légèrement concave au niveau de l'axe transversal. La base courtement cunéiforme est encadrée par deux longues oreillettes de couleur plus vive que le reste de l'écaille. L'écusson externe de l'écaille est de couleur brun jaunâtre. La partie cachée est brun violacé. L'écaille est fortement striée (fig. 11).

Bractées. — Très petites, inférieures au tiers de l'écaille. Leur contour est trapézoïdal. Le bord distal, finement denticulé présente un lobe médian non divisé en deux dents distinctes (fig. 12).

GRAINE

Longueur : 4 mm.; longueur avec l'aile : 10 mm. Aile étroite au sommet, large à la base. Bord interne convexe (fig. 13).

La graine présente deux ou trois grosses glandes de couleur plus claire que le reste du tégument.

TSUGA HOOKERIANA (Murr.) Carrière.
[*TSUGA MERTENSIANA* (Bongard) Sargent (*non confusum*).]

NOM ET SYNONYMES

ABIES HOOKERIANA MURRAY (1855), 289, *cum ic.;* Lawson, *cum ic.;* Lavallée (1887), 266.

Abies Mertensiana Murray (1853); Lindley et Paxton; Carrière. — *Non* Gordon (1858).

Abies Pattoni Jeffrey (1853), 1; Gordon (1858), 10. — *Non* McNab.

Abies Pattoniana Jeffrey (1853), 1; Balfour, 1, *cum ic.;* Murray (1855), 291; Gordon (1858). — *Non* McNab.

Abies Williamsonii Newberry (1857), 53, *cum ic.;* (1868), 429. — *Non* Bridges.

Hesperopeuke Pattoniana Lemmon (1890), 126.

(?) *Picea Roezlii* Dupuis (1872), 51, *cum ic.*

PINUS MERTENSIANA BONGARD (1832), 54; (1833), 163; (1851); Endlicher (1847), 111; Ledebour (1851), 668. — *Non* Parlatore.

Pinus Pattoniana Parlatore (1868), 429.

TSUGA HOOKERIANA CARRIERE (1867), 252; McNab; Lemmon (1898), 78.

TSUGA MERTENSIANA SARGENT (1898), 77, *cum tabul.;* Jepson (1910), 107, *excl. ic.;* Silva Tarouca et Schneider (1923), 303, *cum ic., excl. var.* Jeffreyi; Davidson (1927), 5, *cum ic.* et *tabul.;* Beissner et Fitschen (1930), 82, *cum ic.;* Bailey (1933), 126. — *Non* Carrière (1867), 250, *nec auct. plur.*

Tsuga Mertensiana var. argentea hort., Beissner et Fitschen (1930), 83; Bailey (1933), 127.

Tsuga Mertensiana var. argenteo-variegata hort., Beissner et Fitschen (1930), 83.

Tsuga Pattoniana (?) Engelmann (1880), 121; (?) Kellog (1882), 31; Sénéclauze (1867), 21; Von Tubeuf (1897), 88; Pardé (1909), 108; Schelle (1909), 118, *cum ic.;* Beissner (1909), 94, *cum ic.;* Dallimore et Jackson (1923), 536; Pardé (1928), 103; Guinier (1932), 21.

Tsuga Pattoniana var. argentea Von Tubeuf (1897), 89; Schelle (1909), 118.

Tsuga Pattonii Balfour; Sudworth (1890), (1900), 517-539.

(?) *Tsuga Roezlii* Carrière (1870), 217.

Certains auteurs admettent le nom *Ts. Mertensiana* (Bongard) Sargent. Or, le terme *Mertensiana* a été longtemps employé pour désigner

notre *heterophylla* et est encore employé dans ce sens dans beaucoup d'ouvrages. Ce terme empêche donc de savoir de quelle espèce on parle. Aussi, malgré sa priorité, je crois nécessaire de l'abandonner.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : ?, n° 895, Selkirk Flora, Hill above Revelstoke, Museum de Paris (*sub. Pattoniana* Engelm).

A. D. E. Elmer, sept. 1897, n° 871, Washington, Okanagan County, North Fork of Bridge Creek. New York. Bot. Garden.

id., Aug. 1900, n° 2.483, Washington, Clallam Co, Olympic Monts. New York Bot. Garden.

C. H. Shaw, 1905, n° 1.049, Selkirk Flora, Alpine meadow in the Big Bend district, about 118° 20' W. long., 51° 45' N. lat., Museum de Paris (*sub. Pattoniana* Engelm.).

Stewardson Brown, 21 june 1906, n° 291, Flora of Selkirks, Glacier B. c. Asulkan valley, 4.100-6.000 ft. New York. Bot. Garden.

Huron, H. Smith, 11/20/1911, n° 4.264, Washington, Deer Creek Frail, Silorrton, Snohomish Co., New York Bot. Garden.

Cette espèce est représentée dans la Colombie Britannique et dans le Washington. Elle ne parait pas atteindre le Sud de l'Orégon et la Californie.

TAILLE ET PORT

Arbre de taille élevée pouvant atteindre 50 m. de haut et 4,5 m. de circonférence du tronc.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Le plus souvent arquée. La face supérieure présente un sillon médian qui n'atteint pas le sommet (fig. 1). Les bords latéraux sont entiers (fig. 2).

Dimensions. — Longueur : 13 à 17 mm.

Largeur : 1,3 à 1,8 mm.

Epaisseur : 0,8 mm. à 1,3 mm.

Couleur. — Les deux faces sont vert grisâtre mât, identiques.

Stomates. — Ils existent sur les deux faces de la feuille. La face supérieure en possède sur chaque moitié 2 à 8 lignes discontinues mais qui se poursuivent jusqu'au voisinage du pétiole (fig. 1).

Sur la face inférieure on compte 2 à 6 lignes de chaque côté de la nervure. Sur les deux faces les bandes de stomates arrivent très près du bord de la feuille et il n'y a pas de bordure verte distincte (fig. 2, 3).

Extrémités. — Apex entier, arrondi (fig. 2).

Base atténuée en un court pétiole droit, ne dépassant pas 1 mm. (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles ont une diposition très particulière. Elles sont toutes dirigées vers l'avant du rameau. Ce dernier est en grande partie caché (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique ou triangulaire, épaisse. Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 1,8 à 2. Le bord forme de grands festons dont les dépressions correspondent aux stomates.

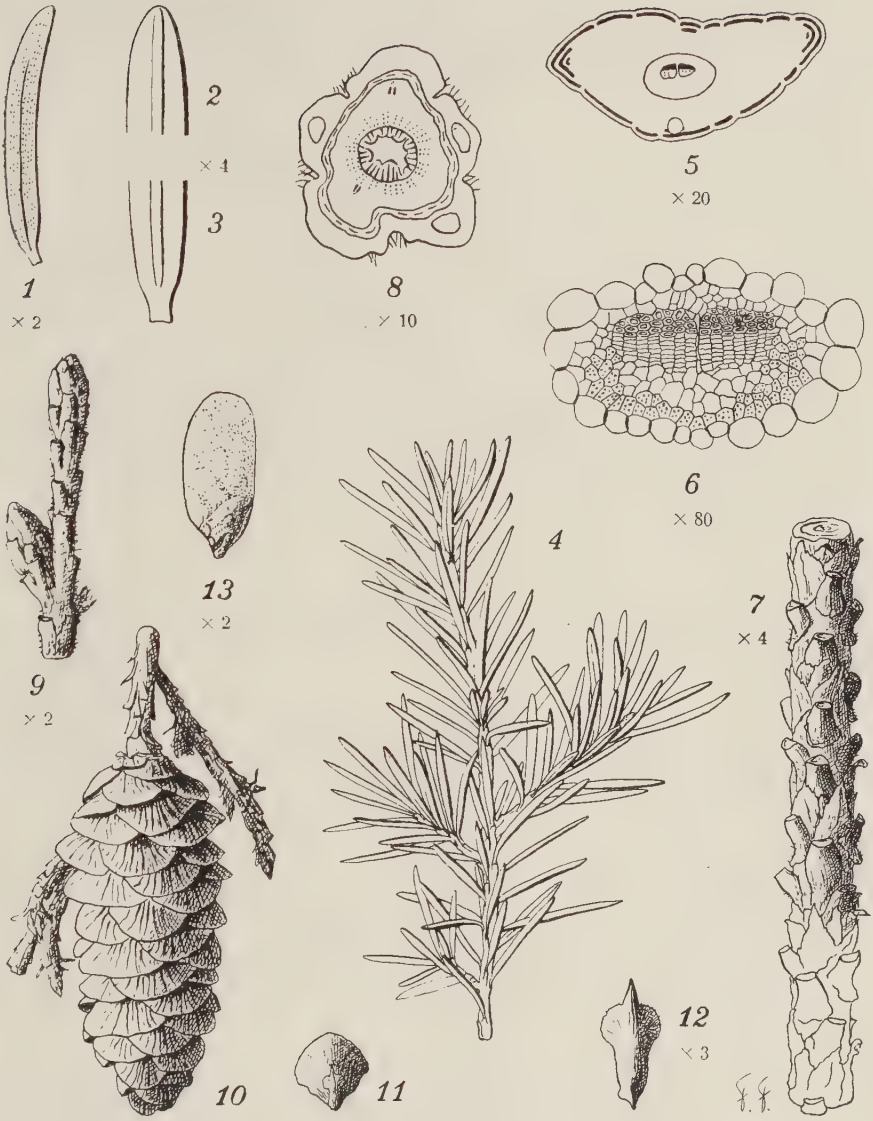
Epiderme. — Ses cellules ont des membranes très épaissies. La membrane externe est fortement cutinisée et convexe, légèrement en papille.

Sous-épiderme. — Très abondant. Il est seulement interrompu par les stomates. Il est généralement doublé aux angles et dans le plan médian (fig. 5).

Tissu palissadique. — Ce tissu forme une zone continue sur toutes les faces de la feuille. Il n'y a pas de distinction entre la face supérieure et la face inférieure pour cet élément. Le tissu palissadique ne se distingue du parenchyme central que par les dimensions plus réduites de ses cellules, d'ailleurs le passage est progressif d'un tissu à l'autre. Les membranes des deux tissus présentent de nombreuses petites ponctuations.

Canal sécréteur. — Le canal est accolé au sous-épiderme de la face inférieure. Plusieurs assises de cellules le séparent de l'endoderme de la nervure (fig. 6).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme complet. Il renferme deux faisceaux souvent distincts. Les cellules intercalaires sont plus ou moins différentes des éléments conducteurs



TSUGA HOOKERIANA

TSUGA HOOKERIANA. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10; *9* bourgeon × 2; *10* cône × 1; *11* écaille vue sur les deux faces × 1; *12* bractée × 3; *13* graine × 2.

voisins. Les cellules aréolées sont très nombreuses et forment un arc sous les faisceaux libéro-ligneux. Cet arc est accolé à l'endoderme et remonte latéralement jusqu'au contact du liber (fig. 6).

On n'observe pas d'éléments sclérifiés au dessous du liber.

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Feuille de rameau fertile. — Ne présente pas de différences sensibles avec la feuille de rameau stérile.

Feuille de la flèche. — Elle diffère de la feuille de rameau fertile par la présence de dents nombreuses sur les bords latéraux particulièrement au voisinage de l'apex. Par tous les autres caractères, dimensions, forme de l'apex et de la base, stomates de la face supérieure, les deux feuilles sont analogues.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron foncé devenant plus ou moins brun rouge.

Pubescence. — Très abondante. Les poils sont souvent longs.

Cicatrices. — Les cicatrices foliaires sont accompagnées de coussinets courts. Les entrenœuds sont très courts et limités par des écailles persistantes (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire avec de grosses cannelures (fig. 8).

Epiderme. — Les cellules ont des membranes sclérifiées et pourvues de nombreuses ponctuations ovales. Poils courts, unicellulaires.

Ecorce externe. — Très réduite, formée de une ou deux assises de cellules subérifiées. Elle renferme deux ou trois grands canaux, au niveau des cannelures.

Liège. — Sans cellules pierreuses dans le ramule de un à quatre ans.

Ecorce interne. — Elle est formée de petites cellules arrondies.

Liber. — Epais, très divisé par de larges rayons parenchymateux.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Ses cellules ont des membranes épaisses, le plus souvent collenchymateuses.

BOURGEON

Forme. — Conique, très pointu (fig. 9). Il est à demi caché par de longues écailles membraneuses et il présente dans sa moitié inférieure des cicatrices et coussinets foliaires (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 2,3 mm.

Largeur : 1,5 mm. environ.

Ecailles. — Fortement lacéolées et carénées, la carène portant des poils glanduleux. Le bord de l'écaille est lacinié et velu.

Enduit cireux. — Assez abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde cylindrique.

Dimensions. — Longueur : 3,5 à 4,5 cm. pour les échantillons étudiés.

Largeur : 2 cm. environ.

Ecailles. — De forme triangulaire arrondie, légèrement auriculées dans la région médiane. Deux autres petites oreillettes encadrent la base (fig. 10). La face externe de l'écaille est finement costulée.

Bractées. — Atteignent et quelquefois dépassent légèrement le milieu de l'écaille. Limbe arrondi, terminé par une courte pointe médiane. Base progressivement rétrécie jusqu'à son point d'insertion (fig. 11).

GRAINE

Longueur : 3 mm.; longueur avec l'aile : 8 mm. Aile large, très arrondie au sommet.

La face interne de la graine présente une ou deux grosses glandes (fig. 12).

TSUGA JEFFREYI Henry.

NOM ET SYNONYMES

Abies Pattonii Jeffrey.

Tsuga heterophylla.

TSUGA JEFFREY HENRY (1919), 55; Dallimore et Jackson (1923), 535; Beissner et Fitschen (1930), 83; Bailey (1933), 127; Flous (1936 f), 1.

Tsuga Mertensiana var. Jeffreyi Schneider (1913), 294; Silva Tarouca et Schneider (1923), 303.

Tsuga Pattoniana var. Jeffreyi Henry.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : J. H. Sandberg, D. T. Mc. Dougal, A. A. Heller, july 23/1892, n° 708, Idaho, canyons near Rathdrum, Kootenai County. New York Bot. Garden (*sub. heterophylla* (Raf.) Sarg.).

C. O. Rosendahl, Aug. 13/1902, n° 926, Vancouver Island, District of Renfrew, New York Bot Garden (*sub. heterophylla* (Raf.) Sarg.) id. au Museum de Paris.

Chas. H. Shaw, 1905, n° 701, Selkirk flora. La Blanche, Museum de Paris (*sub. Mertensiana*).

Stewardson Brown, june 21/1906, n° 289, Selkirks glacier, B. C. Asulkan valley, 4.100-6.000 ft. New York Bot. Garden.

Cette espèce paraît localisée à Vancouver et en Colombie Britannique. La discontinuité de l'aire s'explique probablement par l'origine hybride de cette espèce.

TAILLE ET PORT

Pas de renseignements connus.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

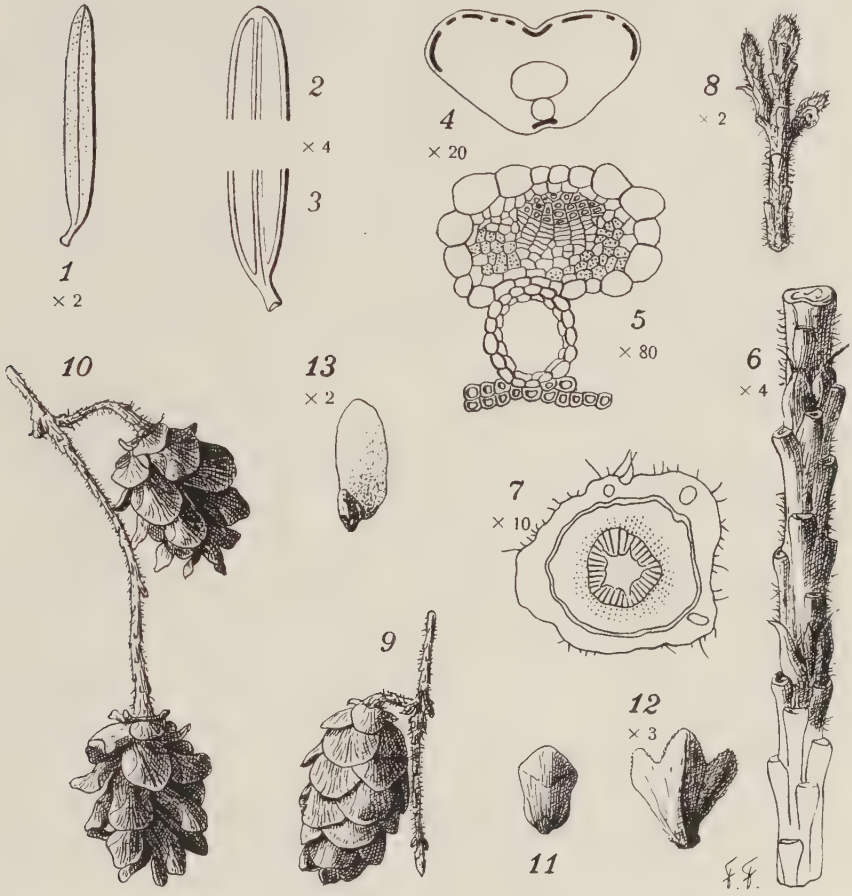
Morhologie. — *Forme.* — Droite ou légèrement falquée (fig. 1). La face supérieure est sillonnée jusqu'au sommet. Le bord latéral est entier.

Dimensions. — Longueur : les feuilles les plus courtes mesurent 6 mm. environ. Les feuilles longues atteignent 18 mm.

Largeur : 1,7 mm. environ.

Epaisseur : 0,8 mm.

Couleur. — Pas de renseignements fournis par les échantillons d'herbier étudiés.



TSUGA JEFFREYI

TSUGA JEFFREYI. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inérieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule × 10; *8* bourgeon × 2; *9* cône jeune × 1; *10* cône mûr × 1; *11* écaille× 1; *12* bractée × 3; *13* graine × 2.

Stomates. — Les deux faces de la feuille en possèdent. Sur la face supérieure ils sont plus nombreux près du sommet que vers la base. Cependant des lignes très fragmentées s'observent sur presque toute la longueur (fig. 1).

La face inférieure présente deux bandes blanches, très larges, laissant une très fine bordure verte. Chaque bande compte 5 à 10 lignes de stomates (fig. 2, 3).

Extrémités. — Apex entier en ogive (fig. 2). Base atténuée en un court pétiole légèrement oblique par rapport à l'axe de la feuille (fig. 3).

Insertion. — Pas de renseignements connus, les échantillons étudiés n'ayant pas conservé leurs feuilles.

Anatomie. — *Section.* — Epaisse, elliptique, triangulaire. Les bords latéraux forment quelquefois un angle courtement aigu. Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 1,7 à 2,5.

Epiderme. — Formé de cellules rectangulaires, à membranes moyennement épaissies.

Sous-épiderme. — Discontinu, mais très abondant (fig. 4).

Tissu palissadique. — Formé de deux ou trois assises de cellules bien individualisées. Il est localisé sur la face supérieure. On observe sur les membranes quelques rares ponctuations. Celles-ci sont plus nombreuses dans le tissu lacuneux.

Canal sécréteur. — Il est tantôt à peine inclus dans la nervure, tantôt tangent à l'endoderme. Il est d'autre part accolé à l'épiderme ou au sous-épiderme de la face inférieure.

Cylindre central. — Le cylindre central renferme un faisceau libéro ligneux divisé, par un étroit rayon parenchymateux, en deux faisceaux accolés (fig. 5).

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Pas de renseignements connus.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Brun clair, devenant sombre en vieillissant.

Pubescence. — Très forte.

Cicatrices. — Portées par de courts coussinets.

Anatomie. — *Section.* — Circulaire, avec de légères cannelures (fig. 7).

Epiderme. — Il est formé de cellules papilleuses. Certaines portent des poils en doigt de gant.

Ecorce externe. — Elle est très réduite. L'assise sous épidermique est souvent sclérifiée dans les cannelures. Les canaux sécréteurs sont peu nombreux, grands et non individualisés.

Liège. — Il forme un cordon très compact, ses cellules étant très aplaties.

Ecorce interne. — Collenchymateuse, elle renferme quelques gros sclérites, dans les ramules âgés.

Liber. — Epais, il est très divisé radialement.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Sclérifiée.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde (fig. 8).

Dimensions. — Longueur : 2,5 mm.
Largeur : 1,5 mm.

Ecailles. — Peu nombreuses, lancéolées, fortement laciniées et abondamment couvertes de longs poils glanduleux.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde, étroite pour le cône jeune (fig. 9), globuleuse pour le cône ouvert (fig. 10).

Dimensions. — Longueur : 1,5 à 2,5 cm.
Largeur : 1,2 à 1,5 cm.

Ecailles. — Etroites, bord externe arrondi, base courtement cunéiforme, encadrée de deux oreillettes claires.

L'écusson externe fait légèrement saillie. Il est finement strié (fig. 11). La partie cachée est fortement pubescente.

Bractées. — A peu près triangulaires ou losangiques. Bord externe fortement denticulé (fig. 12). La face externe est très velue.

GRAINE

Longueur : 2 mm.; longueur avec l'aile : 7 mm. Aile étroite, arrondie au sommet. La graine présente sur sa face interne deux ou trois grosses glandes (fig. 13).

TSUGA LONGIBRACTEATA Cheng.

NOM ET SYNONYMES

TSUGA LONGIBRACTEATA CHENG (1932), 1 (*cum ic.*); Flous (1936 f), 1.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanès : Y. Tsiang, n° 7.712, 1930, Yinkiang, 400-500 m., in densely shaded ravine, Kweichow. New York Bot. Garden et Museum de Paris.

A. N. Stendard, C. Y. Chiao, H. C. Cheo, n° 675, 1931, Kweichow, Hwei Hsiang Ping, Fan Ching Shan, on rocky slopes, near ridge 1.400 m. Arnold Arboretum et Museum de Paris.

Cette espèce, découverte au Koei-Tchéou, est décrite au Kouang-Toung par W. Y. Chun (1934).

TAILLE ET PORT

Arbre atteignant 8 à 10 m. de haut. Le diamètre du tronc est 2,5 à 4.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite en grande partie linéaire. La base supérieure présente un sillon étroit qui s'arrête à quelques millimètres du sommet. Les bords latéraux sont entiers (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : 11-27 mm.

Largeur : 1,5 à 2 mm.

Epaisseur : 0,5 mm. environ.

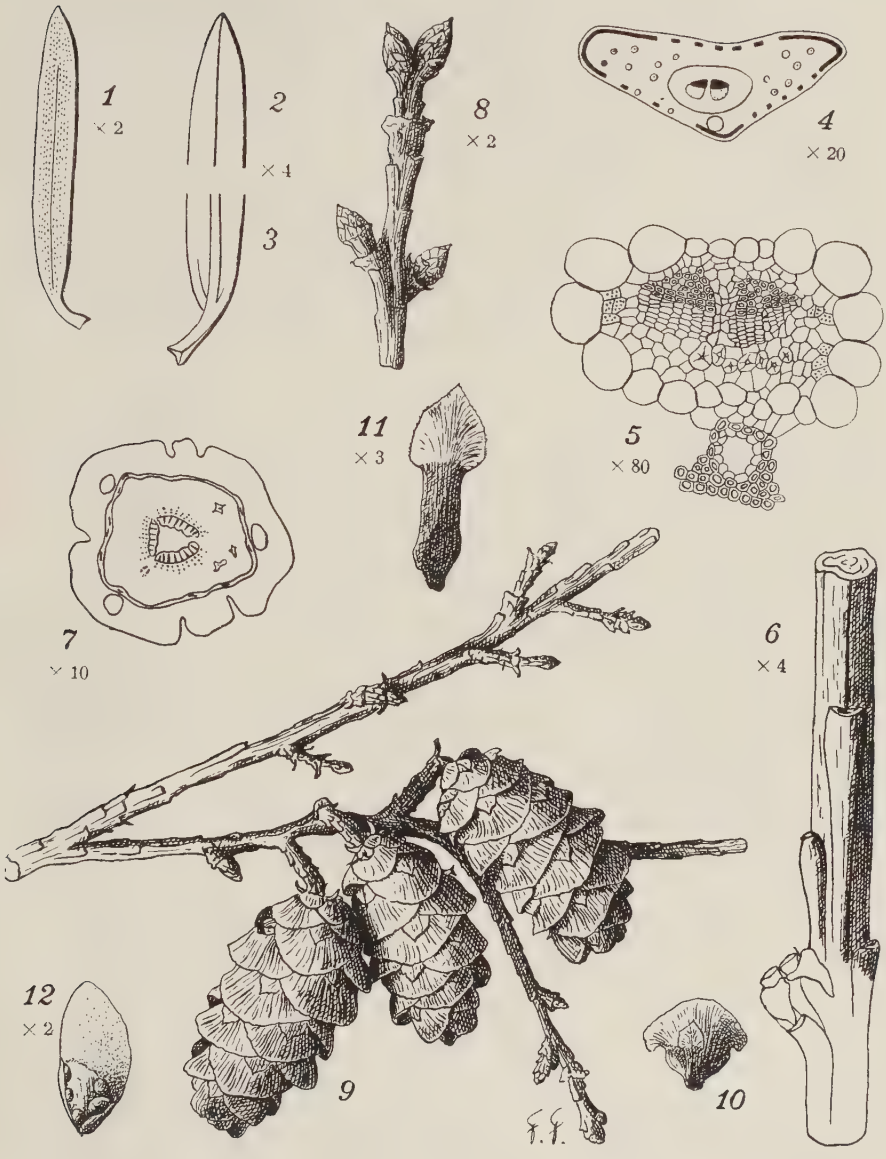
Couleur. — Vert foncé sur la face supérieure, vert clair sur la face inférieure.

Stomates. — Les deux faces de la feuille en possèdent un très grand nombre. On en compte une dizaine de lignes sur toute la longueur de la face supérieure (fig. 1). La face inférieure présente 5 à 8 lignes de stomates de chaque côté de la nervure.

Extrémités. — Apex entier et aigu (fig. 2).

Base terminée par un long pétiole courbe formant un angle obtus avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Pas de renseignements connus.



TSUGA LONGIBRACTEATA

TSUGA LONGIBRACTEATA. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule × 10; *8* bourgeon × 2; *9* cône × 1; *10* écaille × 1; *11* bractée × 3; *12* graine × 2.

Anatomie. — *Section.* — De forme triangulaire. Le bord supérieur présente un léger sillon médian. Les bords latéraux sont épais. La nervure fait fortement saillie sur la face inférieure. Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 2,5 à 2,8 (fig. 4).

Epiderme. — Il est formé de petites cellules fortement cutinisées.

Sous-épiderme. — Il présente une disposition très particulière. Continu aux angles il est au contraire très discontinu au voisinage du sillon médian. De plus on observe des fibres, isolées ou par petits groupes, entre les stomates, sur la face inférieure (fig. 4).

Tissu palissadique. — Ce tissu est formé de deux ou trois assises de cellules à section rectangulaire, bien différenciées du reste du parenchyme. Dans tout le parenchyme de la feuille existent de nombreux éléments sclérifiés à section transversale circulaire (fig. 4) (voir description générale du genre).

Canal sécréteur. — Le canal présente une disposition différente de celle observée dans les autres espèces asiatiques. Il est à l'extérieur de l'endoderme. D'autre part il est limité par une gaine sclérifiée. Son diamètre est réduit (fig. 5).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme complet. Il existe deux faisceaux libéro ligneux très séparés. Les cellules aréolées sont en très petit nombre (fig. 5). Sous le liber on compte trois à huit grosses fibres sclérifiées. Un élément analogue s'observe exceptionnellement au dessus du bois.

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Pas de renseignements connus.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Brun jaune ou brun devenant gris en vieillissant.

Pubescence. — Nulle ou très faible.

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 6).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire, présentant des sillons étroits et de larges cannelures (fig. 7).

Epiderme. — Il est formé de petites cellules à membranes externes et radiales fortement épaissies par places.

Ecorce interne. — La zone comprise entre l'épiderme et le cordon de liège est fortement subérifiée.

Liège. — Epais.

Ecorce interne. — Collenchymateuse, elle renferme quelques gros sclérites.

Liber. — Epais, il est très divisé radialement et renferme de nombreux cristaux.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Fortement sclérifiée.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde très pointu. On compte le plus souvent deux bourgeons terminaux.

Dimensions. — Longueur : 2 à 4 mm.

Largeur : 2 mm. environ.

Ecailles. — Peu nombreuses, ovales, aiguës au sommet, présentant une carène médiane (fig. 8). Elles sont de couleur brun luisant et glabres. Le bord est plus ou moins lacinié.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Cylindrique [ovoïde ou ovoïde oblong pour Cheng] (fig. 9). Il est courtement pédonculé.

Dimensions. — Longueur : 3 à 3,5 cm.

Largeur : 1,5 cm à 2 cm.

Ecailles. — Vingt-quatre à vingt-six à contour losangique, auriculées au dessus d'une base triangulaire (fig. 10). Le bord est légèrement denté au niveau des oreillettes. La face externe de l'écaille est mâte, de couleur marron clair, plus foncée sur le bord. Elle est légèrement pubescente et fortement striée.

Bractées. — Ce sont les plus longues du genre. Elles dépassent largement le milieu de l'écaille (fig. 11). Spatulées elles présentent une longue base linéaire plus étroite que le limbe. Celui-ci est denticulé, laciné sur le bord et atténué en une pointe terminale aiguë. Il présente une légère striation. La couleur du limbe est plus claire que celle de la base.

GRAINE

Longueur : 4 mm.; longueur avec l'aile : 10 mm. L'aile est donc à peine plus longue que la graine. Elle est légèrement aiguë au sommet. Le bord externe est plus convexe que le bord interne.

La graine présente de très grosses glandes, peu nombreuses (fig. 12).

TSUGA PATENS Downie.

NOM ET SYNONYMES

Tsuga chinensis in herb.

TSUGA PATENS DOWNIE (1923), 16 (*cum ic.*); Beissner et Fitschen (1930), 78; Flous (1936 f), 1.

Tsuga yunnanensis in herb.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Ab. David, 1873, Chensi Ml., Monts Tsin-ling. Herbier du Museum de Paris.

Wilson, n° 2.096, 1907, Western Hupeh (Arnold Arboretum exped.). Royal Botanic Garden Edinburgh.

R. P. Farges, Setchuen oriental, District de Tchen-Kéou-Tin. Herbier du Museum de Paris (*sub. yunnanensis* (Fr.) Pritzl.

C. Cheng, n° 7.593, 1930, Yinkiang 700 m. Herbier du Museum de Paris (*sub. chinensis* Pritz.).

Cette espèce est originaire de la Chine centrale (Chen-si, Hou-pé et Se-tchouen).

TAILLE ET PORT

Arbre atteignant 25 m. de haut et 1 m. 2 à 1,5 m. de diamètre.

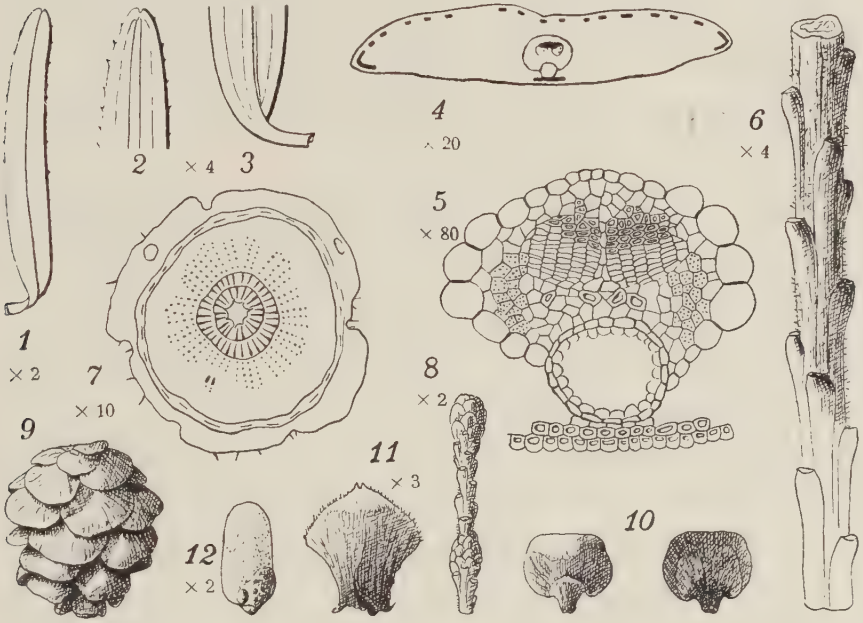
FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Le plus souvent falquée, plus large vers la base que vers l'apex. La face supérieure présente sur toute la longueur un sillon médian. Les bords latéraux sont dentés environ jusqu'au milieu de la feuille (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : Les feuilles les plus courtes sont très petites et peuvent atteindre 7 mm. Les feuilles longues mesurent jusqu'à 21 mm.

Largeur : 2,5 mm.

Epaisseur : 0,6 mm.



TSUGA PATENS

TSUGA PATENS. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule × 10; *8* bourgeon × 2; *9* cône × 1; *10* écaille vue sur les deux faces × 1; *11* bractée × 3; *12* graine × 2.

Couleur. — Vert pâle mât.

Stomates. — Ils n'existent que sur la face inférieure qui en possède 5 à 10 lignes. Les bandes stomatifères sont aussi larges que les bordures vertes (fig. 2).

Extrémités. — Apex étroit, échancré (fig. 2). Base tordue et atténuée en un pétiole formant un angle presque droit avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Pas de renseignements.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique les bords latéraux forment un angle aigu. Le bord supérieur présente un sillon médian peu profond. Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 4 à 5,8.

Epiderme. — Il est formé de cellules rectangulaires, à membranes épaissies. La cuticule est épaisse.

Sous-épiderme. — Le sous épiderme est peu abondant, très discontinu le long du bord supérieur de la feuille (fig. 4).

Tissu palissadique. — Il est formé de deux assises de cellules étroites.

Canal sécréteur. — Le canal présente un diamètre assez grand. Il est à demi inclus dans la nervure. Une à trois assises de sous-épiderme le séparent de l'épiderme inférieur (fig. 5).

Cylindre central. — Il renferme deux faisceaux libéro ligneux accolés, séparés par une assise de cellules étroites (fig. 5).

Les cellules aréolées sont peu nombreuses et forment deux plages latérales.

Sous le liber existent toujours deux à quatre grosses fibres sclérifiées.

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Pas de renseignements connus.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair.

Pubescence. — Fine. Les poils sont courts et surtout localisés dans les sillons.

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 6).

Anatomie. — *Section.* — De forme circulaire présentant plusieurs sillons peu profonds (fig. 7).

Epiderme. — Les cellules sont fortement cutinisées ou portent des poils courts unicellulaires. Les membranes internes et radiales sont très épaissies.

Ecorce. — Formée de cellules subérifiées non collenchymateuses sous l'épiderme. Les canaux sécréteurs sont peu nombreux et mal délimités.

Liège. — Formé de deux ou trois assises de cellules. Il présente quelques cellules pierreuses dans le ramule de deux ans.

Liber. — Très divisé radialement et riche en cristaux.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — La moelle est étoilée à cinq pointes. Ses cellules sont sclérifiées et ponctuées.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde globuleux, souvent isolé à l'extrémité du rameau (fig. 8).

Dimensions. — Longueur : 4 mm. environ.

Largeur : 2,5 mm.

Ecailles. — Peu nombreuses, arrondies au sommet, les inférieures carénées.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Globuleux lorsqu'il est ouvert (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 23 mm. environ, jusqu'à 30 mm. d'après Miss Downie.

Largeur : 22 mm.

Ecailles. — Elles sont généralement plus larges que hautes. Le bord, entier, forme deux légères oreillettes de chaque côté de la base. Celle-ci est cunéiforme (fig. 10). Le bord distal de l'écaille est presque droit. La face externe est presque lisse. Sa partie non recouverte est marron clair brillante et en relief par rapport à la partie cachée qui est plus sombre.

Bractée. — Courte, n'atteignant pas le milieu de l'écaille. Son contour est pentagonal. Le bord supérieur est fortement lacinié. Il présente deux petites dents dans le plan médian (fig. 11). La partie terminale de la bractée est plus claire que le reste.

GRAINE

Longueur: 28 mm. environ; longueur avec l'aile 8 mm. Aile large, arrondie au sommet (fig. 12).

TSUGA SIEBOLDII Carrière.

[*TSUGA ARARAGI* (Siebold) (*nomen desuetum*).]

NOM ET SYNONYMES

Abies n° 918 Franchet *ap.* Masters (1902), 556.

ABIES ARARAGI SIEBOLD (1830), 12; Loudon (1842), 1036.

Abies Tsuga Siebold et Zuccarini (1842), 14, *cum tabul.;* Lavallée (1887), 266.

— *Non* Franchet.

Micropence Sieboldtii Spach (1862).

Pinus Araragi Siebold (?), 12.

Pinus Sieboldii McNab (1875), 213, *cum ic.*

Pinus Tsuga Murray (?), 23, *cum tabul.;* Endlicher (1862), 508; Antoine (1846), 83, *cum tabul.*

TSUGA SIEBOLDII CARRIERE (1855), 186; Von Tubeuf (1897), 88; Masters (1902), 556; Pardé (1906), 108; Schelle (1909), 115, *cum ic.;* Wilson (1916), 48, *cum tabul.;* Pavari (1921), 9; Dallimore et Jackson (1923), 537; Silva Tarouca et Schneider (1923), 300, *cum ic.;* Fitz Patrick (1929), 202; Beissner et Fitschen (1930), 80, *cum ic.;* Bailey (1933), 126; Flous (1936 f), 1.

Tsuga Sieboldii-variegata Hesse; Schelle (1909), 116.

Tsuga Sieboldtii Carrière (1855), 186; (1867), 245.

Tsuga Tsuga Murray (1862), 508, *cum ic.;* Sargent (1894), 81.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Tschonoski 1864. Japonia Nippon province Senano. Herbier du Museum de Paris (*sub. Abies Tsuga*).

Abbé Faurie, n° 3.483, 29/10/1888, sommet de l'Iwagi, onkomori. Herbier du Museum de Paris.

V. Siebold, Japon. Herbier du Museum de Paris (*sub. Abies Tsuga*).

? Japonia. Herbier Lugd. Batav. dans l'herbier du Museum de Paris (*sub. Abies Tsuga*).

D'après Wilson cette espèce est la plus méridionale du Japon. La latitude de Tokio paraît être la limite septentrionale.

Cette espèce est signalée par le Dr Nakai dans l'île de Oöryong, à l'est de la Korée.

TAILLE ET PORT

Arbre dont la hauteur dépasse rarement 26 m. [d'après Wilson]. Le tronc mesure jusqu'à 6 m. de circonférence et il est

dépourvu de branches sur les deux tiers de sa longueur. Les cimes, tabulaires, sont formées de courtes branches robustes [d'après WILSON].

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

MORPHOLOGIE. — *Forme.* — Droite, linéaire. La face supérieure est sillonnée jusqu'au sommet. Les bords latéraux sont dépourvus de denticulations (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : les feuilles les plus courtes mesurent 8 mm. Les feuilles les plus longues atteignent 18 mm. environ. Pour WILSON la longueur varie entre 6 et 20 cm.

Largeur : 2,5 mm. environ.

Epaisseur : 0,6 mm. environ.

Couleur. — Face supérieure vert brillant. Face inférieure blanc verdâtre.

Stomates. — La face inférieure seule en possède une dizaine de lignes de chaque côté de la nervure médiane. La bande blanche des stomates est aussi large que la bordure verte (fig. 2).

Extrémités. — Apex échancré (fig. 2).

Base terminée par un long pétiole formant un angle presque droit avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles sont subdistiques (disposées sur deux à trois plans (fig. 4).

ANATOMIE. — *Section.* — De forme elliptique. Les bords latéraux forment un angle très aigu, non recourbé vers le bas. Le bord supérieur présente un sillon médian large et peu profond. Le bord inférieur est convexe. Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 3 à 4 (fig. 5).

Epiderme. — Formé de cellules rectangulaires à membranes épaissies sur toutes les faces.

Sous-épiderme. — Le sous-épiderme est peu développé. Il n'est continu qu'aux angles et dans le plan médian de la section. Le long du bord supérieur on n'observe que quelques fibres isolées.

Tissu palissadique. — Ce tissu est bien individualisé et formé de deux ou trois assises de cellules étroites.

Canal sécréteur. — Le canal présente un très grand diamètre. Il est accolé au sous-épiderme de la face inférieure et il est à demi inclus dans la nervure (fig. 6).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme bien individualisé. Le système conducteur est constitué par deux faisceaux bien séparés. On observe entr'eux deux files de cellules parenchymateuses.

Il n'existe pas d'éléments sclérifiés au dessous du liber.

Les cellules aréolées sont disposées en deux plages latérales en partie accolées à l'endoderme (fig. 6).

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Feuille de rameau fertile. — Ne présente pas de différences sensibles avec la feuille de rameau stérile. (Echantillons de l'Arboretum des Barres.)

Feuille de la flèche. — Plus courte que la feuille de rameau stérile, elle n'atteint pas 15 mm. sur les échantillons étudiés, la largeur ne dépasse pas 2 mm. Le bord est entier. Sur la face inférieure, les bandes stomatiques sont très blanches et de la même largeur que la bordure.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair.

Pubescence. — Nulle.

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de fortes cannelures (fig. 7).

Anatomie. — *Section.* — Présente de fortes cannelures et des sillons plus ou moins profonds (fig. 8).

Epiderme. — Formé de cellules plus hautes que larges, à membrane externe cutinisée.

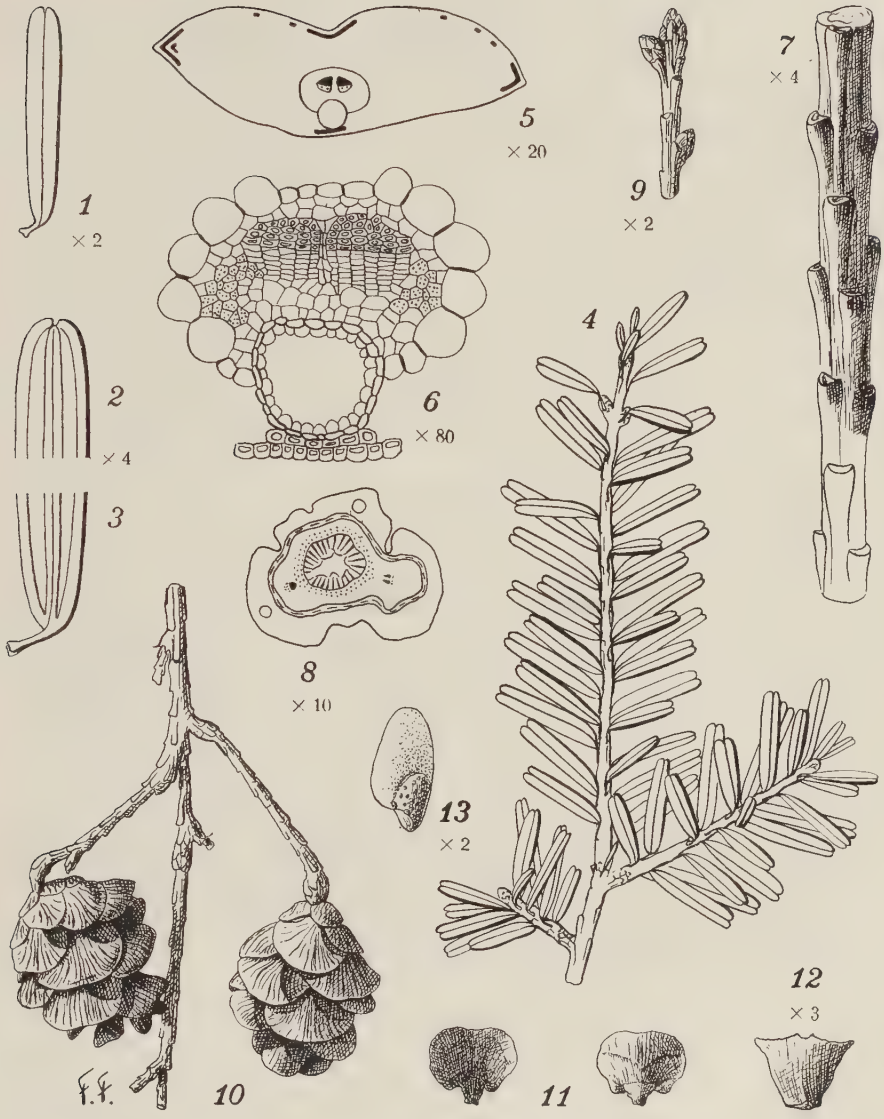
Ecorce. — Formée de 4 ou 5 assises. Elle renferme 2 ou 3 canaux résinifères.

Liège. — Il est peu épais, ou compte 2 ou 3 assises dans le ramule de l'année.

Liber. — Peu abondant.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — La moelle forme 3 pointes principales. Elle est sclérifiée à la périphérie et renferme au centre quelques cellules ponctuées.



TSUGA SIEBOLDII

TSUGA SIEBOLDII. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 20; *9* bourgeon × 2; *10* cône × 1; *11* écaille vue sur les deux faces × 1; *12* bractée × 3; *13* graine × 2.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde pointu (fig. 9). Ovoïde ou subglobuleux pour Wilson.

Dimensions. — Longueur, 2 à 2,5 mm. Largeur, n'atteint pas 2 mm.

Ecailles. — Elles sont peu nombreuses, aiguës au sommet et presque toutes carénées (fig. 9) ; le bord est lacinié.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde pointu avant mâturité, ovoïde globuleux lorsqu'il est ouvert (fig. 10).

Dimensions. — Longueur : 27 mm. environ. Pour Wilson : 1,6 à 3 cm. Largeur : 22 mm.

Ecailles. — Faiblement convexes, plus larges que hautes, formant deux oreillettes bien marquées de chaque côté de la base. Le bord est entier, aplati et même légèrement concave au voisinage du plan médian de l'écaille. Base cunéiforme large. La partie cachée de l'écaille est déprimée par rapport à la partie externe. Elle est de couleur plus foncée. La partie externe est brun clair, jaunâtre, finement striée (fig. 11).

Bractées. — Elles sont très courtes et atteignent à peu près le tiers de la hauteur de l'écaille. Leur contour est en forme de trapèze. Le bord distal, à peu près droit, présente deux petites dents faiblement saillantes et séparées par un sillon large et peu profond (fig. 12). Ce bord est finement denté.

GRAINE

Longueur : 4 mm. environ; longueur avec l'aile : 8 mm. Aile large, en particulier à la base. Le sommet est arrondi, le bord interne convexe (fig. 13).

La graine présente de nombreuses petites glandes sombres.

TSUGA TCHEKIANGENSIS Flous.

NOM ET SYNONYMES

Tsuga chinensis in herb.
TSUGA TCHEKIANGENSIS FLOUS (1936 f), 6 (*cum ic.*).

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : R. C. Ching, n° 2400, Aug. sept. 1924, Southern Chekiang, National Geogr. Society. Central China exped., under the direction of F. R. Wilson. Région of King Yuan, 900 to 1.200 m., New York Bot. Garden (*sub. chinensis* Pritz) (Echantillon type).

TAILLE ET PORT

Pas de renseignements indiqués.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite, linéaire. La face supérieure est sillonnée sur toute sa longueur. Les bords latéraux sont entiers (fig. 1).

Dimensions. — Longueur : les feuilles courtes, provenant de la face supérieure du rameau, ont comme dimension minima 6 à 8 mm. Les feuilles latérales ne dépassent guère 12 mm.

Largeur : 2 mm. environ.

Epaisseur : 0,5 mm.

Couleur. — Face supérieure vert foncé brillante.

Stomates. — La face inférieure seule en possède 5 ou 6 lignes de chaque côté de la nervure. La bande blanche des stomates est un peu plus large que la bordure verte (fig. 2).

Extrémités. — Apex courtement échancré (fig. 2).

Base fortement courbée (fig. 3).

Insertion. — Pas de renseignements connus, les feuilles n'ayant pas persisté sur les échantillons étudiés.

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique, aviculaire. Les ailes forment un angle aigu non recourbé vers le bas (fig. 4). Le bord supérieur présente un sillon peu profond. La face inférieure

est légèrement convexe, sans nervure saillante. Rapport de la largeur à l'épaisseur variant de 3 à 4,2.

Epiderme. — Les cellules sont petites, fortement cutinisées.

Sous-épiderme. — Il est très abondant, à peine discontinu en quelques points du bord supérieur de la feuille (fig. 4).

Tissu palissadique. — Ce tissu est formé de 2 ou 3 assises de cellules très étroites bien différenciées du reste du parenchyme.

Canal sécréteur. — Le canal présente un diamètre moyen. Il est à demi inclus dans la nervure et accolé au sous-épiderme de la face inférieure (fig. 4,5).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme bien distinct. Le système conducteur est constitué par deux faisceaux distincts, mais accolés. Ils sont séparés par un rayon étroit, riche en cristaux d'oxalate.

Les cellules ponctuées forment deux plages latérales (fig. 5).

FEUILLES DE RAMEAU FERTILE ET DE LA FLÈCHE

Pas de renseignements connus.

RAMULE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron clair.

Pubescence. — Formée de poils courts.

Cicatrices. — Saillantes, accompagnées de cannelures (fig. 6).

Anatomie. — *Section.* — Circulaire ou polygonale suivant les niveaux (fig. 7).

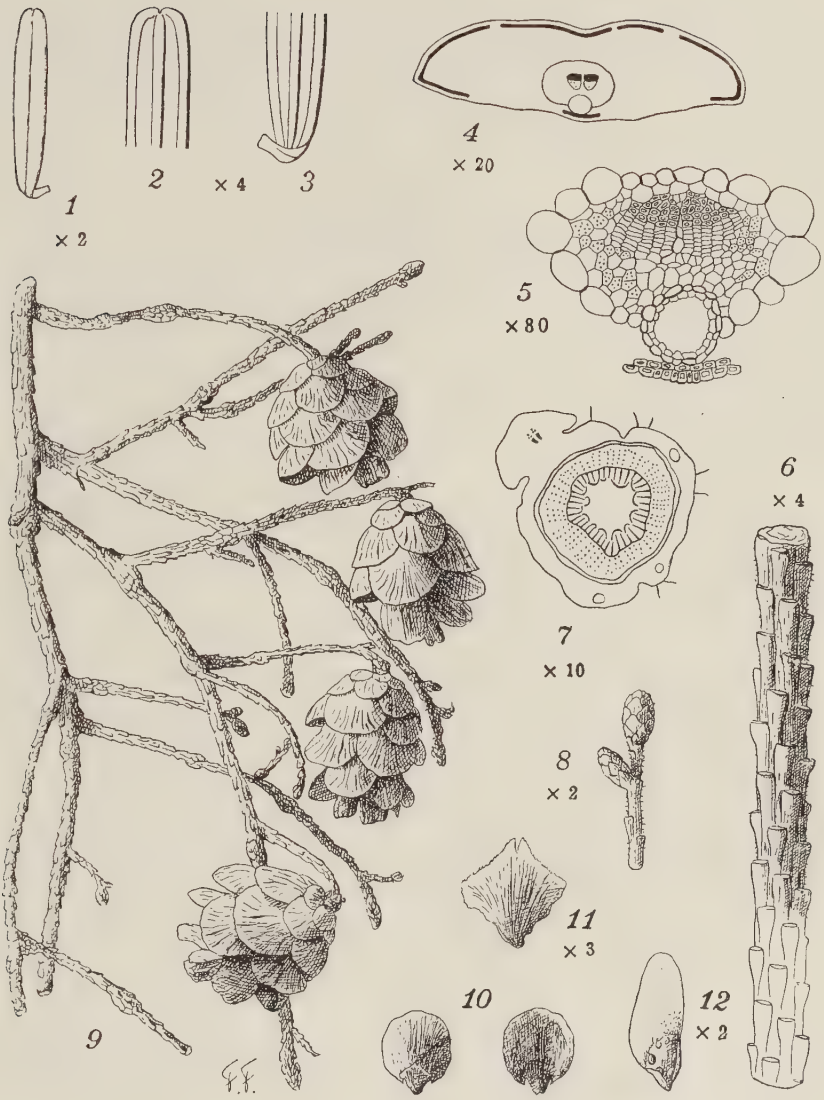
Epiderme. — Les cellules épidermiques sont épaisses sur toutes les faces et fortement cutinisées. Certaines portent des poils courts unicellulaires.

Ecorce. — Entièrement formée de cellules à membranes fines, même sous l'épiderme. Elle renferme 3 à 5 canaux résinifères.

Liège. — Il est peu épais, formé de 2 ou 3 assises de cellules.

Ecorce interne. — Entièrement collenchymateuse, elle ne renferme que de rares sclérites.

Liber. — Le liber est épais, divisé radialement par de nombreux rayons à grandes cellules. Il renferme quelques cristaux d'oxalate.



TSUGA TCHEKIANGENSIS

TSUGA TCHEKIANGENSIS. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* section de la feuille × 20; *5* nervure × 80; *6* ramule × 4; *7* section du ramule de 1 an × 10; *8* bourgeon × 2; *9* cône × 1; *10* écaille × 1; *11* bractée × 3; *12* graine × 2.

Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — La moelle est étoilée, avec 3 à 5 pointes principales. Elle est sclérifiée et entièrement formée de cellules ponctuées.

Dans les ramules âgés ces cellules ponctuées ne forment pas la totalité de la moelle.

BOURGEON

Forme. — Ovoïde ou ovoïde-cylindrique (fig. 8).

Dimensions. — Longueur : 2,5 à 3,5 mm. Largeur : 2 mm.

Ecailles. — Peu nombreuses à partie externe à peu près quadrangulaire.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde globuleux lorsqu'il est ouvert (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 2 cm. environ. Largeur : 1,5 à 2 cm.

Ecailles. — A contour à peu près orbiculaire. Elles sont à peine plus longues que larges. La base, courtement cunéiforme, est encadrée par deux petites oreillettes. La face externe, légèrement convexe, est finement striée. La partie cachée est plus sombre que la partie externe, celle-ci est brun jaunâtre mât (fig. 10).

Bractées. — Les bractées sont très courtes, elles n'atteignent pas le milieu de l'écaille. Leur contour est losangique. Elles se terminent par deux lobes longs, larges à la base, aigus au sommet. Les bords latéraux supérieurs sont concaves, finement dentés et laciniés (fig. 11).

GRAINE

Longueur : 3,5 mm. Longueur avec l'aile : 9 mm. Aile légèrement élargie vers la base, arrondie au sommet. Le bord interne est faiblement convexe.

La graine présente sur sa face interne quelques glandes brunes de diamètre assez grand (fig. 12).

TSUGA YUNNANENSIS (Franch.) Masters.

NOM ET SYNONYMES

Abies Brunoniana in herb.

Abies dumosa in herb.

Abies dumosa var. chinensis Franchet (1899), 258.

ABIES YUNNANENSIS FRANCHET (1899), 258.

(?) *Tsuga sp.* Marquand (1929), 224.

Tsuga Brunoniana in herb.

(?) *Tsuga Brunoniana var. chinensis* Franchet (1899), 258; Masters (1902), 556; Schelle (1909), 117.

Tsuga dumosa var. chinensis in herb.

Tsuga dura Downie (1923), 16 (*cum ic.*); Beissner et Fitschen (1930), 76; Orr (1933), 135.

Tsuga intermedia Handel Mazzetti (1924), 83.

TSUGA YUNNANENSIS MASTERS (1902), 556; (1906), 236, 421; Schelle (1909), 117 (*pro part.*); Dallimore et Jackson (1923), 538, *cum ic.;* Silva Tarouca et Schneider (1923), 300, *cum ic.;* Fitz Patrick (1929), 202; Beissner et Fitschen (1930), 76; Bailey (1933), 126; Orr (1933), 34; Flous (1936 f), 1.

ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Spontanés : Griffith, n° 4990, 1862-3, East-Himalaya. Herbier du Museum de Paris (*sub Abies Brunoniana* Soland).

Ab. Delavay, 10 juillet 1885. Forêt au pied du glacier du Likiang, de 2.500 à 3.000 m. d'altitude. Herbier du Museum de Paris.

Abbé Delavay, 9/4/1886. Bois de Pee tsao lo au-dessus de Mo so Yn (Lan Kong), à 2.800 m. d'alt. Herbier du Museum de Paris (*sub Abies dumosa* Loud.; *sub. Brunoniana* Wall *var. chinensis* Franch. *sub Brunoniana* (Wall.), Carr. = *dumosa var. chinensis* Franch.).

Abbé Delavay, 31/10/1886. Bois de Yang in chan (Lon Kong), 2.800 m. d'alt. Herbier du Museum de Paris (*sub Abies yunnanensis* Franch.).

Abbé Delavay, 7/1/1890, n° 4618. Bois de Kou toui au-dessus de Mo so Yn. Province du Yunnan (*sub. Tsuga Brunoniana* (Wall.) Car. = *Ts. dumosa, var. chinensis* Franchet).

?, n° 9049. Eastern stopes of Likiang snow Range, Yangtze Watershed, Yunnan. Herbier du Museum de Paris.

Wilson E. H., 1907-09, Western Szechuan. Herbier of the Arnold Arboretum.

Forrest G., n° 6747, 8/1910, Eastern flank of the Lichiang Range. Lat. 27°,25 N. alt. 9-10500 ft. Yunnan. Herbier du Museum de Paris et Royal Botanic Garden, Edinburgh (*sub. dura* Downie).

?, n° 1436, 1914-18, Setschwan austro-occid. in montes Loseschan ad merid. urbis Ningyiien regione temperate. Handel Mazzetti iter sinense. Herbier du Museum de Paris.

Rock J. F., n° 3540, 5-10/1922. Yangze Watershed, Prefecturai District of Likiang, eastern slopes of Likiang snow Range, Yunnan. Herbier of the Arnold Arboretum.

Rock J. F., n° 11493, 1923. Mount Lauchünshan, southwest of the Yangtze bend at Shiku, Yunnan. Herbier of the Arnold Arboretum.

Fang W. P., n° 2686, 9/8/1928, Omei-hsien, Szechwan. Herbier of the New-York Botanical Garden.

Rock J. F., n° 18491, 8-1929 Likiang Snow Range, alt. 3.540 m.; between Li-Kiang and Young-Ning, west and east of the Yangtze. Northwestern Yunnan. Herbarium of the Arnold Arboretum et Herbier du Museum de Paris.

Rock J. F., n° 22079, 5-7/1932. Southeast Thibet, Mt. Kenichunpo, eastern and western slopes, Salwin and Irrawady divide. Herb. of the Arnold Arboretum.

Arboretum : Les Barres.

TAILLE ET PORT

Arbre de taille très variable allant de 9 à 40 m. pour les échantillons étudiés. Les rameaux sont étalés. Fitschen indique pour cette espèce une allure en buisson.

FEUILLE DE RAMEAU STÉRILE

Morphologie. — *Forme.* — Droite ou légèrement falquée (fig. 1). La face supérieure présente un long sillon médian. Les bords latéraux sont dentés dans la moitié supérieure de la feuille (fig. 1, 2).

Dimensions. — Longueur : Les feuilles courtes, de la face supérieure du rameau, ont comme dimension minima 8 mm. Les feuilles latérales et inférieures atteignent 16 à 24 mm. La longueur maxima la plus fréquente est au voisinage de 18 mm.

Largeur : 1,5 à 2,5 mm.

Epaisseur : 0,5 mm.

Couleur. — Verte à la face supérieure, blanche à la face inférieure.

Stomates. — La face inférieure seule en possède. Ils forment 2 bandes blanches renfermant chacune une dizaine de lignes.

Extrémités. — Apex entier généralement arrondi ou tronqué (fig. 2). Sur les arbres jeunes les feuilles sont aiguës à l'apex. Base atténuée en un long pétiole formant un angle obtus avec la nervure (fig. 3).

Insertion. — Les feuilles sont subdistiques, disposées sur 3 ou 4 plans (fig. 4).

Anatomie. — *Section.* — De forme elliptique aviculaire. Les ailes sont très aiguës et l'angle formé par les bords latéraux est très recourbé vers le bas. Le bord supérieur présente un sillon médian étroit et profond. La nervure est plate ou très légèrement saillante sur la face inférieure (fig. 5). Le rapport de la largeur à l'épaisseur varie de 3,5 à 6,2. Sa valeur la plus fréquente est voisine de 5.

Epiderme. — Les cellules de l'épiderme sont rectangulaires, à membranes régulièrement épaissies. La face externe est cutinisée.

Sous-épiderme. — Très réduit. Il est toujours présent et souvent double dans les angles latéraux (fig. 5). Il manque généralement, ou il est réduit à 2 ou 4 fibres dans le sillon médian du bord supérieur.

Tissu palissadique. — Ce tissu est très nettement individualisé. Il est toujours formé d'une seule assise de cellules très hautes et étroites en section transversale.

Canal sécréteur. — Ce canal présente un diamètre réduit. Il est accolé au sous-épiderme de la face inférieure. Il est aux trois quarts inclus dans la nervure (fig. 5, 6).

Cylindre central. — Il est limité par un endoderme bien distinct qui arrive généralement au contact du sous-épiderme de la face inférieure (fig. 6). Le système conducteur est constitué par un

faisceaux libéro-ligneux dont le liber est quelquefois divisé par une file de cellules étroites, renfermant de nombreux cristaux d'oxalate.

On observe quelquefois une fibre sclérifiée au-dessous du liber.

De chaque côté du cylindre central le tissu de transfusion forme un massif de cellules en partie accolé à l'endoderme (fig. 6).

FEUILLE DE RAMEAU FERTILE

Ne diffère pas sensiblement de la feuille de rameau stérile.

RAMULE JEUNE

Morphologie. — *Couleur.* — Marron jaune clair, excepté au niveau des cicatrices qui sont rouges.

Pubescence. — Très forte. Les poils sont longs, uni ou bicellulaires.

Cicatrices. — Saillantes.

Anatomie. — *Section.* — Circulaire ou elliptique suivant le niveau. Les sillons sont peu profonds et étroits.

Epiderme. — Les cellules épidermiques ont leurs membranes épaissies et ponctuées en une sorte de réseau. Un grand nombre de cellules portent des poils, pour la plupart étroits au sommet.

Ecorce. — Peu épaisse, formée de cellules à membranes fortement subérifiés. Elle renferme de rares canaux mal individualisés. Les canaux sont plus nombreux dans le ramule plus âgé.

Liège. — Epais et lâche, dépourvu de cellules pierreuses dans le ramule de l'année.

Ecorce interne. — Epaisse, présentant deux zônes distinctes. Elle est presque toujours dépourvue de sclérites.

Liber. — Peu épais, très divisé radialement. Il renferme quelques cristaux.

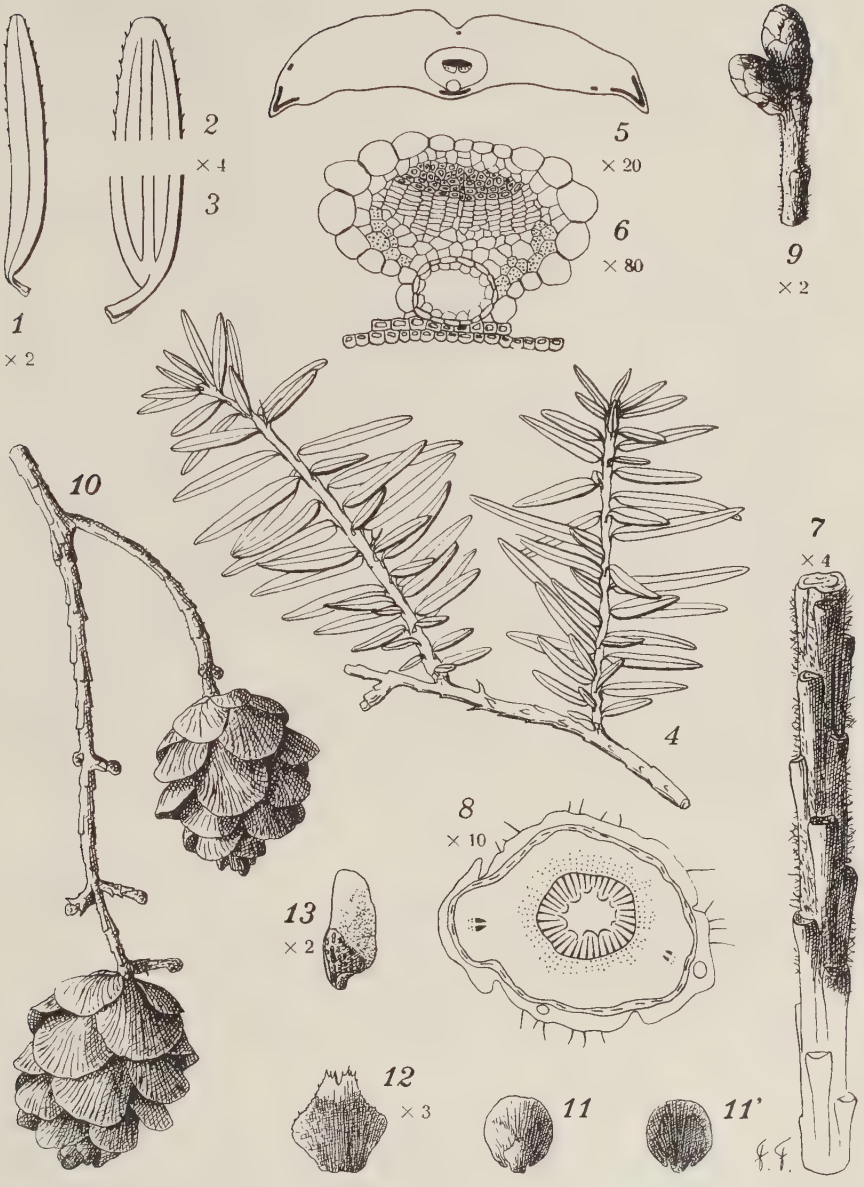
Bois. — Ne présente rien de spécial.

Moelle. — Elle forme 5 pointes principales. Elle est entièrement sclérifiée et la plupart des cellules sont ponctuées comme celles des rayons.

BOURGEON

Forme. — Globuleux (fig. 9).

Dimensions. — Longueur : 3 à 3,5 mm. Largeur : 2,7 mm. environ.



TSUGA YUNNANENSIS

TSUGA YUNNANENSIS. — *1* Feuille × 2; *2* face inférieure apex × 4; *3* face inférieure base × 4; *4* insertion des feuilles × 1; *5* section de la feuille × 20; *6* nervure × 80; *7* ramule × 4; *8* section du ramule × 10; bourgeon × 2; *10* cône × 1; *11* écaille vue sur les deux faces × 1; *12* bractée × 3; *13* graine × 2.

Ecailles. — De couleur fauve, finement velues. Bord externe arrondi. Les écailles inférieures sont faiblement carénées.

Enduit cireux. — Peu abondant.

CONE

Forme. — Ovoïde lorsqu'il est fermé, le cône est à peu près sphérique lorsqu'il est ouvert (fig. 11).

Dimensions. — Longueur : généralement 20 à 22 mm.

Largeur : 13 à 20 mm. suivant l'état de mâturité du cône.

Ecailles. — A peu près orbiculaires, aussi longues que larges. Très faiblement auriculées de part et d'autre de la base. Celle-ci est cunéiforme, courte et large (fig. 12). Le bord de l'écaille est entier. Sa face externe est légèrement convexe et finement striée. La partie cachée de l'écaille est déprimée par rapport à la partie externe. Sa couleur est plus foncée. Avant mâturité les écailles sont vertes, bordées de jaune. Sur le cône mur elles sont de couleur marron rougeâtre, mâtes ou légèrement brillantes.

Bractées. — Les bractées sont très courtes, toujours cachées. Leur longueur est inférieure à la moitié de celle de l'écaille. Leur contour est à peu près pentagonal. La base est large. Elles sont terminées par deux lobes courts. Les bords latéraux sont finement denticulés. La partie terminale des bractées est plus claire que le reste (fig. 13).

GRAINE

Longueur : 4 mm. Longueur avec l'aile : 8 mm. Cette longueur est nettement inférieure à celle de l'écaille (fig. 14).

La graine présente sur sa face interne de nombreuses glandes, les unes sont petites arrondies, les autres sont allongées et proviennent de la fusion plus ou moins complète des précédentes.

IV. CLASSIFICATIONS PRATIQUES

CLASSIFICATION GÉNÉRALE N° 1

D'APRES LES CARACTERES MORPHOLOGIQUES

Section 1 :

Feuille amphistomatique.

1. Cône à bractées saillantes. Ramule glabre ou finement pubescent. Graine portant de grosses glandes peu nombreuses. Chine..... ..... *Ts. longibracteata.*
   Cône à bractées non saillantes. Amérique..... 2
2. Cône petit, ovoïde. Stomates peu nombreux sur la moitié inférieure de la feuille..... *Ts. Jeffreyi.*
   Cône grand, cylindrique. Nombreuses lignes de stomates sur toute la face supérieure de la feuille..... 3
3. Feuille convexe sur la face supérieureè Apex obtus. Pétiole de 2 mm. Ramule marron clair, orangé. Entre-nœuds longs. Californie. ..... *Ts. crassifolia.*
   Feuille aplatie et sillonnée sur la face supérieure. Apex arrondi. Pétiole de 1 mm. Ramule marron foncé rougeâtre. Entre-nœuds courts..... *Ts. Hookeriana.*

Section 2 :

Feuille hypostomatique.

Bords dentés..... 1
Bords entiers..... 6

1. Apex entier..... 2
   Apex échancré..... 5
2. Dents ne dépassant pas le milieu de la feuille. Feuille courte (16-24 mm.), arquée, plate; à bords très aigus. Apex arrondi ou tronqué. Ecaille du cône orbiculaire..... *Ts. yunnanensis.*
   Dents dépassant le milieu de la feuille..... 3
3. Feuille longue (25-35 mm.). Bords très aigus. Apex obtus ou pointu. Ecaille du cône aussi haute que large. Himalaya.. *Ts. Brunoniana.*
   Feuille courte (ne dépassant pas 25 mm.). Bords arrondis ou épais. Ecaille du cône plus haute que large. Amérique..... 4

4. Feuille linéaire, épaisse. Ramule fortement pubescent à poils longs et clairs. Ecailles aussi larges à la base qu'au sommet. Bractée pourvue d'un lobe médian. Côte Pacifique..... *Ts. heterophylla.*

Feuille élargie vers la base, plate. Ramule courtement pubescent. Ecaille plus large au sommet qu'à la base. Bractée à bord distal droit. Côte Atlantique..... *Ts. canadensis.*

5. Dents ne dépassant pas le milieu de la feuille. Cône très petit. Graine pourvue d'un nombre réduit de glandes. Yunnan..... ..... *Ts. calcarea.*

Dents dépassant le milieu de la feuille. Cône de 2 cm. et plus. Chine centrale..... *Ts. patens.*

6. Apex entier ou déprimé, non échancré. Cône dépassant 3 cm. Ecaille pentagonale plus longue que large. Bractée terminée par trois lobes. Graine à nombreuses petites glandes..... *Ts. caroliniana.*

Apex échancré..... 7

7. Ramule glabre..... 8

Ramule pubescent..... 9

8. Bourgeon très petit ne dépassant pas 2,5 mm. Ecaille plus large que haute. Bractée à bord distal droit avec deux courtes dents médianes. Japon méridional..... *Ts. Sieboldii.*

Bourgeon plus gros, de 3 à 5 mm. Ecaille orbiculaire. Bractée à bord distal convexe, présentant plusieurs lobes denticulés. Formose..... *Ts. formosana.*

9. Bourgeons très nombreux sur le ramule. Nombreuses ramifications. Japon septentrional..... *Ts. diversifolia.*

Bourgeons peu nombreux, 2 ou 3 terminaux..... 10

10. Bourgeons ovoïdes-cylindriques..... 11

Bourgeons globuleux..... 12

11. Ecaille du cône orbiculaire. Bractée losangique à bords supérieurs concaves. Chine orientale..... *Ts. tchekiangensis.*

Ecaille pentagonale arrondie. Bractée losangique à bords supérieurs convexes. Chine occidentale..... *Ts. chinensis.*

12. Cône dépassant largement 2 cm. Écailles grandes, orbiculaires. Bractée plus longue que large, à lobe médian proéminent, courtement échancré. Yunnan..... *Ts. Forrestii.*

Cône ne dépassant pas largement 2 cm. Écaille petite, quadrangulaire, arrondie. Bractée aussi longue que large. Pas de lobe médian, mais seulement deux dents aiguës. Japon central. *Ts. Blaringhemi.*

CLASSIFICATION GÉNÉRALE N° 2

D'APRES LES CARACTERES ANATOMIQUES

Section 1 :

Feuille amphistomatique.

Nombreuses fibres sclérifiées dans le parenchyme foliaire. Ramule glabre ou presque glabre..... *Ts. longibracteata.*
Pas de fibres dans le parenchyme..... 1

1. Sous-épiderme absent sur une partie de la face inférieure. Canal sécréteur souvent tangent à l'endoderme..... *Ts. Jeffreyi.*
Sous-épiderme continu sur la face inférieure, en dehors des stomates. Canal sécréteur éloigné de l'endoderme..... 2

2. Section aplatie sur la face supérieure..... *Ts. Hookeriana.*
Section convexe sur la face supérieure..... *Ts. crassifolia.*

Section 2 :

Feuille hypostomatique.

Sous-épiderme absent sur la presque totalité des bords de la feuille..... *Ts. canadensis.*
Sous-épiderme plus ou moins abondant..... 1

1. Sous-épiderme continu..... 2
Sous-épiderme discontinu..... 3

2. Section souvent épaisse (2,5 à 4), canal sécréteur à peine inclus dans la nervure..... *Ts. calcarea.*
Section souvent aplatie (3 à 5), canal sécréteur à demi inclus dans la nervure..... *Ts. Forrestii.*

3. Sous-épiderme très abondant..... 4
Sous-épiderme peu abondant..... 6

4. Section foliaire à bords latéraux aigus, canal sécréteur de diamètre faible..... *Ts. tchekiangensis.*
Section foliaire à bords latéraux arrondis. Canal sécréteur de très grand diamètre..... 5

5. Sous-épiderme à peine discontinu..... *Ts. diversifolia.*
Sous-épiderme très discontinu..... *Ts. Blaringhemi.*

6. Sous-épiderme à peu près nul sur le bord supérieur de la feuille. Section à bords latéraux très aigus et très recourbés vers le bas. Une seule assise de tissu palissadique..... 7
Sous-épiderme présent en plusieurs points du bord supérieur de la feuille. Deux à quatre assises de tissu palissadique..... 8

7. Sous-épiderme absent ou très réduit au niveau du sillon médian. Sillon profond dans la moitié supérieure de la feuille..... *Ts. yunnanensis.*
   Sous-épiderme présent et souvent bien marqué au niveau du sillon médian. Sillon peu profond dans la moitié supérieure de la feuille..... *Ts. Brunoniana.*
8. Canal sécréteur inclus dans l'endoderme..... *Ts. chinensis.*
   Canal sécréteur plus ou moins à l'extérieur de l'endoderme.. 9
9. Canal sécréteur tangent extérieurement à l'endoderme..... 10
   Canal sécréteur à demi inclus dans la nervure..... 11
10. Canal de diamètre très réduit..... *Ts. caroliniana.*
    Canal de diamètre moyen..... *Ts. heterophylla.*
11. Canal de très grand diamètre. Ramule glabre..... *Ts. Sieboldii.*
    Canal de diamètre moyen..... 12
12. Feuille épaisse (Rapport de la largeur à l'épaisseur : 3,5 à 4)..... *Ts. formosana.*
    Feuille aplatie (Rapport : 4 à 5,8)..... *Ts. patens.*

CONCLUSIONS

Dans un travail de cette nature, il est de tradition d'indiquer les résultats nouveaux obtenus. On peut les grouper suivant les différentes parties de l'étude.

Révision des genres. — Tout d'abord, il fallait avoir une révision des genres étudiés, faite de façon aussi complète que possible, et dans le même esprit pour tous les genres. Au Laboratoire forestier de Toulouse, deux travaux de révision ont déjà été commencés l'un sur les *Abies*, l'autre sur les *Picea*. J'ai pu utiliser ces deux mémoires importants. Le premier date déjà de 1929 et M. Gaussen m'a communiqué les modifications qu'il compte apporter à l'ouvrage sur les *Abies*, quand il en continuera la publication. J'ai donc eu à ma disposition des révisions à jour pour les genres *Abies* et *Picea*.

J'avais déjà entrepris en plusieurs articles la révision du genre *Pseudotsuga*. Avec une grande quantité d'échantillons, j'ai pu compléter l'étude de ce genre et en donner la description espèce par espèce. J'ai été amenée à y créer dix espèces nouvelles.

J'ai fait une revision analogue pour le genre *Tsuga*. Cela a entraîné la suppression de plusieurs espèces créées par divers auteurs et la distinction de trois espèces nouvelles.

Pour le genre *Keteleeria* les échantillons du Sud de la Chine et de l'Indochine m'ont révélé l'existence de trois espèces qui n'avaient pas encore été distinguées et ils ont permis de préciser les caractères de trois autres espèces dont la validité était mise en doute.

Chacune de ces révisions a comporté l'étude de détail de tous les organes, de chaque espèce, en remontant aux échantillons eux-mêmes. Il suffit de lire les traités classiques sur les résineux pour se rendre compte que, souvent, les espèces sont décrites d'après les traités précédents et non d'après les échantillons.

Dans ces révisions se posait le problème des espèces à distin-

guer : linnéons et jordanons. A propos d'une étude de Renonculacées (1930) j'avais abordé le problème de l'espèce dans des publications antérieures. J'avais admis comme principe, pour les distinguer, que les espèces linnéennes diffèrent par l'anatomie, et les espèces jordaniennes d'un même linnéon uniquement par leur morphologie. L'étude anatomique devient ainsi le pivot de la classification théorique, la seule que j'ai envisagée ici.

L'étude anatomique était faite pour toutes les espèces d'*Abies* et de *Picea* dans les révisions citées ci-dessus. La partie anatomique n'avait pour ainsi dire jamais été étudiée d'une façon détaillée dans les genres *Pseudotsuga, Tsuga* et *Keteleeria*. Les descriptions anatomiques des feuilles et des rameaux sont donc une contribution absolument nouvelle apportée par mon travail.

Les dessins, tous faits d'après les échantillons originaux, avec l'emploi de chambres claires et du microscope de projection, présentent toutes les garanties d'exactitude. Là aussi, ce travail apporte un grand nombre de documents nouveaux.

Toute cette partie qui est, en somme, un complément aux révisions des genres *Abies* et *Picea* a été placée à part (troisième partie.)

Classification des espèces. — Ayant ainsi à ma disposition des études complètes de toutes les espèces et des études d'ensemble sur les caractères des genres, je pouvais aborder la classification. Je crois pouvoir affirmer que les auteurs n'avaient pas encore donné de classification satisfaisante. Pour le genre *Abies*, Florin dont le remarquable mémoire est une des meilleures études comparées des Conifères, reconnaissait que la classification naturelle n'était pas connue et espérait que l'ouvrage de M. Th. Viguié et H. Gaussen permettrait aux auteurs de la faire. Pour les genres *Pseudotsuga, Tsuga* et *Keteleeria* rien n'était fait sauf peut être pour le genre *Tsuga*, où la division en *Eutsuga* et *Hesperopeuce* était un premier point de la classification. Pour le genre *Picea*, Lacassagne a fait une tentative de classification naturelle et a bien vu l'importance de la forme des bourgeons et des écailles pour la distinction des phylums. Mais il a considéré que les feuilles plates du type *Omorica* pouvaient caractériser une section, opposée à une section *Eupicea* aux feuilles losangiques. C'est là une division traditionnelle, d'un grand intérêt pour la détermination pratique mais je n'ai pas cru devoir la conserver dans la classification des

espèces d'après leur parenté. Des espèces à feuilles plates me paraissent pouvoir dériver d'espèces à feuilles losangiques. Toutes proportions gardées, c'est le même problème que pour la division des Angiospermes en Dialypétales et Gamopétales. Ce ne sont pas des groupes différents. Les Gamopétales dérivent d'ancêtres Dialypétales.

D'autre part, LACASSAGNE n'avait pas fait l'étude comparée des divers caractères à travers les différents genres. Il a ainsi considéré que l'évolution se traduisait par la diminution des bractées. J'ai admis le contraire. Cela explique des divergences entre sa classification et la mienne.

Cependant on a pu voir ci-dessus que LACASSAGNE avait déjà vu plusieurs des phylums que j'ai été amenée à distinguer. Son travail est donc vraiment la première tentative de classification naturelle du genre *Picea*.

Une tentative avait été faite par PATCHKE, pour les Epiceas asiatiques. Mais cet auteur est souvent en contradiction avec lui-même, dans son tableau, dans son texte latin et dans son texte allemand. Je n'ai pas admis les groupes distingués dans cette classification, d'ailleurs fragmentaire.

Grâce à une étude aussi poussée que possible de la variation des caractères dans les divers genres comparés, j'ai pu acquérir une notion exacte de la limite de ces variations, de leur importance, et souvent avoir des raisons sérieuses d'admettre un sens dans l'évolution du caractère. J'ai ainsi pu diviser chaque genre en un certain nombre de phylums. Chacun est caractérisé par un lot de caractères fixes qu'on peut appeler « caractéristiques » du phylum, et par une série de caractères évolutifs, variant à l'intérieur même du phylum. Ainsi les petits cônes de couleur très sombre sont « caractéristiques » d'un phylum de Sapins chinois, les bractées réfléchies sont « caractéristiques » d'un phylum de *Pseudotsuga* américains, etc. Il ne semble pas que ces « caractéristiques » présentent des variations évolutives dans les espèces du phylum auquel elles correspondent. Mais il peut arriver qu'une « caractéristique » d'un phylum soit évolutive dans un autre phylum. On peut donc considérer ces « caractéristiques » comme figées dans certains phylums.

Ayant ainsi réuni les diverses espèces en phylums, il s'est trouvé que la classification ainsi obtenue concordait d'une façon satisfai-

sante avec la répartition géographique. C'est une constatation qui me paraît donner beaucoup de poids à la classification obtenue; elle doit s'approcher beaucoup de la vraie classification naturelle.

Classification des genres. — La classification des espèces dans chaque genre étant établie, j'ai voulu comparer les genres entre eux. La classification des espèces montrait déjà une différence de nature entre les divers genres. Les espèces du genre *Abies*, par exemple, présentent des variations considérables qui impliquent une certaine ancienneté du genre. *Pseudotsuga*, au contraire, paraît un genre beaucoup plus récent, où les espèces commencent à peine à se séparer en séries divergentes. La répartition géographique montre, d'une part, une grande analogie entre les centres de développement des divers genres et, d'autre part, des différences assez importantes entre ces centres, au moins à l'époque actuelle.

L'idée d'un ancêtre commun aux cinq genres s'impose par la similitude indiscutable des caractères morphologiques, anatomiques et géographiques. J'ai cherché à voir clair dans cette question. Il devenait alors impossible de s'en tenir aux seules Abiétées. La comparaison avec les autres Abiétinées *Pinus*, *Cedrus*, *Larix*, *Pseudolarix* était indispensable pour chercher les rapprochements possibles entre les genres. Ce problème de classification naturelle des Abiétinées a beaucoup plus sollicité les auteurs, que le problème de classification dans chaque genre, et comme le fait remarquer Florin (1931), il y a presque autant de classifications que de classificateurs. C'est que chacun ayant plus particulièrement étudié une question, a rapporté la classification d'une façon plus ou moins stricte aux études qu'il avait faites. Or, les divers genres ont, deux à deux, un nombreux lot de caractères communs, et telle particularité rapproche *Abies* de *Pseudotsuga*, telle autre rapproche *Pseudotsuga* de *Larix*, etc. Quand on a constaté tous ces rapprochements, comme l'a fait Florin, par une documentation très poussée, on n'est guère plus avancé qu'au début, car cela revient à constater que les diverses Abiétinées sont parentes entre elles, ce qui n'est contesté par personne.

J'ai pensé qu'une classification ne serait valable que si elle faisait intervenir l'évolution possible des caractères et si le schéma de la classification était vérifié pour *tous les caractères*. Je suis partie de l'idée très légitime que le groupe des Pins est celui qui

ressemble le plus à l'ancêtre commun. Les Cèdres constituent aussi un genre ancien. Ceci est conforme aux données de la paléobotanique qui, bien qu'insuffisantes, sont une base assez solide. Après de nombreux tâtonnements, j'ai obtenu un tableau qui est absolument satisfaisant. Les hypothèses sont réduites au minimum et consistent à donner à un genre *Priscopinus* quelques caractères plus primitifs que ceux du genre *Pinus*, et à un genre *Priscolarix*, quelques caractères plus primitifs que ceux du genre *Larix*. Moyennant ces hypothèses très peu nombreuses et parfaitement raisonnables, j'ai obtenu un tableau vérifié pour tous les caractères. Ce tableau repose sur l'idée du caractère primitif des Pins. Cèdres et Mélèzes sont considérés comme plus évolués. Cette idée est contraire à celle qui est souvent admise (Doak, 1935).

D'autre part, *Cedrus* et *Larix* ne sont pas parents rapprochés, contrairement à l'idée de beaucoup d'auteurs. Ils représentent des types d'évolution homologues, mais non des types parents. *Cedrus* est plus voisin d'*Abies* que de *Larix*. *Larix*, *Pseudotsuga* et *Pseudolarix* présentent une parenté nette. *Tsuga* et *Picea* ont beaucoup de caractères communs, mais ils ne sont pas proches parents. et dérivent probablement d'un même type. Enfin, *Keteleeria* n'est pas plus voisin des *Abies* que des autres genres. Il occupe une place à part, que lui confère un lot de caractères primitifs.

Pour la préparation de ce tableau de la parenté des genres, une cinquantaine de caractères très variés, ont été utilisés.

Tout autre tableau ne permet pas la vérification par tous les caractères. Celui que je propose est donc très probablement l'image de la classification naturelle des genres.

J'ai essayé de représenter par un dessin cette parenté entre les divers genres d'Abiétinées. J'ai dressé un de ces arbres généalogiques contre lesquels s'élèvent les protestations des auteurs modernes. Pour ces auteurs, des rameaux longtemps parallèles sont seuls satisfaisants. Pour ma part, je crois que lorsqu'il s'agit d'un groupe limité, dans lequel on devine à travers des modalités variées un même type d'organisation, l'hypothèse d'une souche commune peut être envisagée.

Monophylétisme et polyphylétisme. — Il est probable qu'une étude détaillée des genres *Pinus*, *Cedrus*, *Larix* et *Pseudolarix*, permettra de préciser certains points de la filiation indiquée. En effet, le genre *Pinus*, en particulier, est très complexe et il est probable

qu'on a réuni dans le même genre des rameaux nettement différents.

L'étude du genre *Pinus* demandera plusieurs années de travail. Elle a déjà été amorcée par Shaw (1914) dont la monographie présente de nombreuses considérations évolutives et qui a cherché à obtenir une classification naturelle du genre. Mais avant de chercher la classification naturelle d'un genre, une question préalable doit être posée : cette classification naturelle, c'est-à-dire la parenté entre les divers phylums d'un genre existe-t-elle ? Le genre est-il une réalité phylétique ou réunit-il au contraire des rameaux plus ou moins parallèles, dont la parenté est assez lointaine ? Cette question, qui s'était présentée lors de l'étude du genre *Abies,* se retrouve avec un caractère encore plus marqué dans le genre *Pinus.* Et ceci m'amène à indiquer les idées auxquelles m'ont conduit les faits, au sujet du polyphylétisme des genres.

Cette question a fait l'objet du dernier chapitre de la deuxième partie de ce travail. Les résultats sont assez hypothétiques mais je crois qu'il était bon d'attirer l'attention sur un problème particulièrement intéressant et assez neuf.

J'avais constaté qu'un même caractère, par exemple la présence de grands canaux résinifères dans les sections transversales de feuilles, se retrouve dans des espèces appartenant à divers genres. Ces espèces ont d'autres caractères communs, comme la présence de cônes de petite taille et de forme non cylindrique. De plus, la répartition géographique montre que ces espèces se trouvent sur la bordure du Pacifique Nord en Amérique et en Asie (Japon). Il y avait là un fait très curieux et j'ai recherché si d'autres caractères n'existaient pas pour d'autres groupes d'espèces. J'ai pu noter dans quatre genres la présence de feuilles roulées sur les bords chez des espèces chinoises. Cinq genres présentent en Amérique des espèces à feuilles épaisses. Trois genres possèdent un même type d'écaille, cunéiforme, dans des espèces européennes et circumméditerranéennes.

Tout cela est très curieux et, comme les groupes d'espèces sont dans la même région géographique, on peut se demander si ce ne sont pas les conditions du milieu qui créent la présence du même caractère dans les différents genres. Les constatations de Vavilof et de Du Rietz sembleraient un appui à cet idée. Cependant il faut remarquer que des espèces soumises aux mêmes conditions géographiques ne présentent pas ces caractères. D'autre part, on

ne voit pas quelle homogénéité de conditions géographiques existe entre le Japon, l'Alaska et la Colombie Britannique. On arrive alors à l'idée que bien que de genres différents, les espèces seraient parentes et c'est l'idée du polyphylétisme générique qui a été discutée dans l'Introduction et schématisée dans le cas des Abiétinées à la page 248.

Dans ce schéma, on n'a pas pu détailler les caractères chez le genre *Pinus*. Cela ne pourra être fait qu'après une étude complète de ce genre, qui apparaît comme particulièrement difficile. Il est sans doute formé de phylums nombreux et très différents, présentant à l'heure actuelle des espèces très évoluées et d'autres encore primitives. Ce genre est peut être à lui tout seul aussi important et aussi varié que l'ensemble des autres genres de Pinacées. Les conclusions ne seront définitives qu'après une révision détaillée du genre *Pinus :* travail de longue haleine.

L'examen du schéma de la page 248 fait comprendre que l'étude détaillée des phylums de *Pinus, Cedrus, Larix,* etc., est indispensable pour mettre au point la classification définitive s'il y a polyphylétisme des genres.

Les conclusions que je donne sur cette question sont donc encore peu solides, mais j'ai cru utile de poser un problème dont la portée générale est très grande. En effet, s'il y a polyphylétisme des genres, il est fort probable qu'il y a en même temps polytopisme et cela détruit de nombreuses conceptions paléogéographiques dont la nécessité devient beaucoup plus douteuse.

L'ouvrage ne manquera donc pas pour éclaircir définitivement les questions de parenté dans le groupe des Pinacées et j'ai, pour ma part, l'intention de continuer cette investigation.

BIBLIOGRAPHIE

Cette bibliographie contient les titres des mémoires et ouvrages cités dans le texte. Je n'ai pas cherché à faire une bibliographie complète, surtout en matière de synonymie, car le Laboratoire Forestier de Toulouse doit publier une importante bibliographie sur les Conifères où l'on trouvera tous les renseignements désirables.

Les noms d'auteurs sont placés par ordre alphabétique. Lorsque plusieurs auteurs ont collaboré, on trouve la référence ou un renvoi à chacun d'eux.

1763 Adanson (M.). Familles des plantes. II vol., 189 et 640 p. Paris.

1896. Anderson (A. P.). Ueber abnorme Bildung von Harzbehältern und andere zugleich auftretende anatomische Veränderungen im Holz erkrankter Coniferen. *Forst. naturw. Zeitschrift,* V, 1896, pp. 439-454, 461-482, *cum ic.* München.

1895. André (Ed.). Sur le *Pseudotsuga glaucescens. Revue Horticole,* 1895, pp. 159-160. Paris.

1931. Anonyme. Les bois et les principaux sous-produits forestiers de l'Indochine. *Exposition coloniale internationale de Paris,* 63 p., Hanoï.

1840-1847. Antoine (F.). Die Coniferen. Nach Lambert, Loudon und anderen, frei bearbeitet, 10 fasc., 108 p., 48 t. col. Wien.

1932. Ansorge (C.). In Altona gewachsene Zapfen von *Pseudotsuga. Mitteil. der Deutsch. Dendrol. Gesells.,* n° 44, pp. 364-365, Pl. 32. Thyrow. 1932.

1896. Ascherson et Graebner. *Pinaceæ-Abietoideæ-Abieteæ in* Synopsis der Mitteleurop. Flora, I, 1897, p. 187. Leipzig.

1912. Ascherson et Graebner. Synopsis der mitteleurop. Flora, 2e édit., vol. I, 1912. Leipzig.

1909. Bailey (J. W.). The structure of the wood in the *Pineæ. Bot. Gaz.,* XLVIII, 1909, pp. 47-55, t. 5. Chicago.

1923. Bailey (L. H.). The cultivated evergreens. A Handbook of the Coniferous and most important broad-leaved evergreens planted for ornament in the United States and Canada, 1 vol., 434 p., XLVIII pl. et 97 fig. London.

1915. Bailey (I. W.) et Shepard (H. B.). Sanio's Laws for the variation in Size of Coniferous tracheids. *The botanical Gazette,* vol. LX, 1915, pp. 66-71. Chicago.

1894. Bailly (Em.). Du rôle protecteur du feuillage chez les Conifères, *Revue horticole*, 66e année, 1894, pp. 270-276. Paris.

1895. Bailly (Em.). *Pseudotsuga glaucescens*. *Revue Horticole*, 1895, pp. 88-90, 1 pl. Paris.

1925. Barbey (A.). Traité d'entomologie forestière à l'usage des sylviculteurs, des reboiseurs, des propriétaires de bois et des biologistes, 1 vol., 750 p., 2e édit., 498 fig., 8 pl. h. t. color. Paris.

1884. Bary (de). Comparative anatomy, p. 424.

1910. Beauverie (J.). Les bois industriels. *Encyclopédie scientifique. Bibliothèque de botanique appliquée*, 1 vol., 420 p., 53 fig. Paris.

1933. Beauverie (J.). Les Gymnospermes vivantes et fossiles. Cours de Botanique professé à la Faculté des Sciences de Lyon, 1 vol., 160 p., Atlas de 38 pl. Lyon, 1933.

1886. Behrens (J.). Ueber die anatomischen Beziehungen zwischen Blatt und Rinde der Coniferen. Dissert. Kiel, 1886.

1891. Beissner (L.). Handbuch der Nadelholzkunde, 1re édit., 1 vol. Berlin.

1896. Beissner (L.). Neues und Interessantes auf dem Gebiete der Nadelholzkunde. *Mitteil. der deutsch. dendrolog. Gesellschaft*, 1896, pp. 52-70. Poppelsdorf-Bonn.

1909 a). Beissner (L.). Handbuch der Nadelholzkunde. Systematik, Beschreibung, Verwendung und Kultur der Ginkgoaceen, Freiland-Coniferen, und Gnetaceen, 2e édit., 1 vol., 742 p., 163 grav. Berlin.

1930. Beissner (L.). Cf. Fitschen (1930).

1880. Bentham. *Coniferae, Tribus VI, Abietinæ*, in Bentham et Hooker. *Genera Plantarum ad exemplaria imprimis in herbariis Kewensibus servata definita*, III, 1880, p. 423. Londini.

1904. Bernard (Ch.). Le bois centripète dans les feuilles de Conifères. *Beih. Bot. Zentralbl.*, XVII, 1904, pp. 241-310, tab. 3. Dresden.

1907. Bernard (Ch.). Le bois centripète dans les bractées et dans les écailles des Conifères. *Beihefte Bot. Centralblatt*, XXII, Abt. I, 1907, pp. 211-244. Dresden.

1875. Berthold (C.). Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Coniferenblätter. Inaugural Dissertation. Breslau, 1875.

1872. Bertrand (C. A.). Sur les Abiétinées. *Bull. Soc. philom. de Paris*, 1872, pp. 38-47 Paris.

1874. Bertrand (C.-A.). Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères. *Ann. des Sciences Naturelles, Botanique*, 5e série, t. XX, 1874, pp. 1-153, 12 pl. Paris.

1839. Bongard (H. Gustav). *Descriptiones plantarum novarum. Acad. caes. sc. Comment.*, ser. VI, t. V, 1839. Petropoli et Lipsiæ.

1919. Bower. Botany of the living Plant, p. 144.

1830. Braun (Al.). Vergleichende Untersuchung über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen als Einleitung zur Untersuchung der Blattstellung, 1 vol., 206 p., 34 lith. Bonn.

1896. Britton (Nath. Lord) et Add. Brown. An illustrated flora of the Northern United States, Canada and the british possessions from Newfoundland to the Parallel of the Southern Boundary of Virginia, and from the Atlantic ocean Westward to the 102 D Meridian, vol. I, Ophioglossaceae to Aizoaceae, 612 p. New York, 1896.

1896. Brown (A.). Cf. Britton et Brown.

1920 b). Buchholz (J. T.). Embryo development and polyembryony in relation to the phylogeny of conifers. *Amer. Journ. of Botany,* VII, 1920, pp. 125-145, 89 fig.

1934. Buchholz (J. T.). The classification of Coniferales. *Trans. Illin. Acad. Sci.*, t. 21. Chicago.

1906 b). Burgerstein (A.). Vergleichende Anatomie des Holzes der Coniferens. Wiesner *Festschrift.* Wien.

1906. Burgerstein (A.). Zur Holzanatomie der Tanne, Fichte und Lärche. *Berichte der deutsch. botanisch. Gesells.*, t. 24, 1906, pp. 295-300. Berlin.

1855. Carrière (E.-A.). Traité des Conifères, 1re édition. Paris.

1866. Carrière. *Revue horticole,* t. 37, 1866, *cum ic.*

1866 d). Carrière. De la valeur des bractées dans les Cônes des végétaux conifères. *Revue Horticole,* t. 37, 1866, pp. 307-308. Paris.

1867. Carrière (E.-A.). Traité général des Conifères ou description de toutes les espèces et variétés de ce genre aujourd'hui connues avec leur synonymie, l'indication des procédés de culture et de multiplication qu'il convient de leur appliquer, 2 vol., 2e édition. Paris.

1868. Carrière (E.-A.). *Pseudotsuga Lindleyana. Revue Horticole,* p. 155, 1 pl. Paris.

1870. Carrière. *Tsuga Roezlii. Revue Horticole,* t. 42, 1870, pp. 217-218, 1 fig. Paris.

1894. Carrière (E.-A.). Fécondation de *Keteleeria Fortunei. Revue Horticole,* 1874, pp. 74-75. Paris.

1883. Castellarnau (J. M. de) y de Lleopart. Etudio micrográfico de la madera de las coníferas españolas y especialmente del género *Pinus. Anales de la Soc. española de Historia natural,* t. 12, 1883, pp. 136-219, lam. II à IV. Madrid.

1910. Chamberlain (Ch.). Cf. Coulter.

1935. Chamberlain (Ch.). Gymnosperms structure and evolution, 1 vol., 484 p., 397 fig. Chicago.

1920. Chancerel (L.). Flore Forestière du Globe, 1 vol., 738 p. Paris.

1904. Chauveaud (G.). Origine secondaire du double faisceau foliaire chez les Sapins et les Pins. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, VIII, 19, pp. 335-348, 9 fig. Paris.

1911. Chauveaud (G.). L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution. *Ann. des Sc. nat.*, 9e série, Botanique, t. XIII, 1911, pp. 113-438, 218 fig. Paris.

1932. Cheng (W. C.). Enumeration of Gymnosperms from Kweichow, collected by Y. Tsiang in 1930-1931. *Sinensia*, vol. 2, pp. 103-108, 1931-1932. Nanking.

1932. Cheng (W. C.). A new *Tsuga* from Southwestern China. *Contrib. Biol. Labor. Sci. Soc. China*, vol. VII, n° 1, pp. 1-2, 1 fig., 1932. Nanking.

1933. Cheng (W. C.). The Studies of Chinese Conifers I. *Contributions from the biological laboratory of the Science society of China*, vol. IX, 1933, Botanical series, n° 1, pp. 18-24. Nanking.

1919. Chevalier (A.). Premier inventaire des bois et autres produits forestiers du Tonkin. *Extrait du Bull. économique de l'Indochine*, nos 131-132, 1918, et n° 137, 1919, p. 164, Hanoï-Haïphong.

1908. Chrysler (M. A.). Tyloses in tracheids of conifers. *The New Phytologist*, t. 7, 1908, pp. 198-204, pl. 5.

1921. Chun (Woon Young). Chinese economic trees 1 vol., XXVII, 309 p., 100 pl. Shanghaï.

1934. Chun (W. Y.). Contributions to the Flora of Kwantung and South-Eastern China (1). *Sunyatsenia*, vol. I, n° 4, pp. 209-315, 1934. Hong-Kong.

1929. Clinch (Ph.). Cf. Doyle et Clinch.

1909. Clinton-Baker (H.). Illustrations of Conifers, vol. II, 1 vol., 80 p. et pl. Hertford.

1920. Coltman Rogers. Conifers and their caracteristics, 1 vol., 333 p., illust. London.

1886. Coulter (J. M.), and Rose (J. N.). Synopsis of North American Pines, based on leaf anatomy. *Bot. Gaz.*, vol. II, 1886, 256-262 and 302-309. Chicago.

1909. Coulter (J. M.). Evolutionary tendencies among Gymnosperms. *Contributions from the Hull botanical Laboratory*, 127. *Botanical Gazette* 48, 1909, n° 2, pp. 81-97. Chicago.

1910. Coulter (J.) et Ch. Chamberlain. Morphology of Gymnosperms, 1 vol., 458 p., 462 fig. Chicago, 1910.

1917. Coulter (J. M.) et Chamberlain (Ch. J.). Morphology of Gymnosperms, 2e éd., XI, 466 p., 462 fig. Chicago, 1917.

1919. Craib (W. G.). A new Chinese *Pseudotsuga*. *Notes form the Royal botanic Garden*, t. XI, 1919, p. 189, 2 pl. Edinburgh.

1889. Daguillon (A.). Sur le polymorphisme foliaire des Abiétinées. *C. R. Académie des Sciences*, t. 108, 1889, I, p. 108. Paris.

1890. Daguillon (A.). Recherches morphologiques sur les feuilles des Conifères. *Revue générale de Botanique*, t. II, 1890, pp. 154-161, 201-216, 245-275, 307-320, 345-358. Paris.

1923. Dallimore and Bruce Jackson. A Handbook of Coniferae including Ginkgoaceae, 1 vol., 570 p., XXXI pl., 120 fig. London.

1890. Dangeard. Le mode d'union de la tige et de la racine chez les Gymnospermes. *C. R. Académie des Sciences*, t. 110, 1890, pp. 253-254. Paris.

1892. Dangeard. Recherches sur les plantules des Conifères. *Le Botaniste*, série 3, 1892, pp. 126-204, 5 pl. h. t. Paris.

1809 b). Desfontaines. Histoire des arbres et arbrisseaux, qui peuvent être cultivés en pleine terre sur le sol de la France, 2 vol., I, xxx, 493 p.; II, 635 p. Paris, 1809.

1935. Doak (C. C.). Evolution of foliar types, dwarf shoots and cone scales of *Pinus*. *Illinois biol. Monographs*, XIII, n° 3, 1 vol., 106 p., 32 fig., 1935.

1912. Dode (L. A.). Deux genres nouveaux pour la Chine (*Pseudotsuga sinensis, Carya sinensis*). *Bull. Soc. dendr. de France*, n° 24, 15 mai 1912, pp. 58-61. Paris.

1805. Don (David). *Prodromus Floræ Nepalensis sive enumeratio vegetabilium quae in itinere per Nepaliam proprie dictam et regiones conterminas a* 1802-1803 *detexit atque legit* Fr. Hamilton (*olim* Buchanan). *Accedunt plantae a* Wallichio *nuperius missae*, 1 vol., xii, 256 p. Londini, 1825.

1837. Don (David). XXIV. Descriptions of Five new Species of the Genus *Pinus*, discovered by Dr. Coulter in California. *Transactions of the Linnean Society of London*, vol. XVII, 1837, pp. 439-444. London.

1899. Dorner (H. B.). The Resin Ducts and Strengthening Cells of *Abies* and *Picea*. *Indiana Academy of Science Proceedings*, 1899, pp. 116-129. Indianapolis.

1924. Dowding (E. S.). Cf. Lewis (F.).

1923. Downie (D. G.). Chinese Species of *Tsuga*. *Notes from the Royal Bot. Gard. Edinburgh*, XIV, 1923, pp. 13-19. Edinburgh.

1929. Doyle (J.) et Clinch Phyllis. Further notes on the metabolism of Conifer leaves. *Proceedings of the Royal Irish Academy*, vol. XXXVIII, Section B, n° 7, pp. 116-127. Dublin, 1929.

1857. Duchartre, Carrière et Naudin. Flore des Jardins de l'Europe. Manuel général des plantes, arbres et arbustes comprenant leur origine, description, culture, etc., t. IV, 1 vol., 1038 p. Paris.

1825. Duhamel, Loiseleur-Deslongchamps [Nouveau Duhamel]. Traité des Arbres et Arbustes que l'on cultive en pleine terre en Europe et particulièrement en France, par Duhamel. Rédigé par Veillard, J. Saint-Hilaire, Mirbel, Poiret et continué par Loiseleur-Deslongchamps, contenant..., t. V, 1 vol. Paris, 1825.

1872. Dupuis (A.). Conifères de pleine terre. *Bibliothèque du Jardinier*, 1 vol., 121 p., 47 grav. Paris.

1880. Dupont (E.). Les Essences forestières du Japon, 1 vol., 172 p. Paris.

1916. Durrell (L. W.). Notes on some North American Conifers Based on Leaf Characters. *Proceeding of the Iowa Academy of Science*, V, xxiii, pp. 519-582, 29 pl. Des Moines.

1921. Eckhold (W.). Die Hoftüpfel bei rezenten und fossilen Coniferen *Jahrb. Preussig Geol. Landesanstalt*, XLII, 1921, pp. 472-505. Berlin, 1922.

1889. Eichler (A. W.). *Coniferae* (Zapfenbäume oder Nadelhölzer). Engler-Prantl. *Die Natürlischen Pflanzenfamilien*, II, 1, pp. 28-113. Leipzig, 1889.

1928. Eisenträger (Otto). Untersuchungen über die Brauchbarkeit der Serodiagnostik für die Verwandtschaftsforschung in der Botanik, insonderheit innerhalb der Klasse der Gymnospermen. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, t. XVI, 1928. Breslau.

1909. Elwes and Henry. Trees of Great Britain and Ireland, 7 vol. (1906-1913), vol. IV, 1909. Edinburgh.

1847. Endlicher (S.). *Synopsis Coniferarum*, 1 vol. Saint-Gallen.

1878 f). Engelmann. A Synopsis of the American Firs. *Transactions of the Academy of science of St-Louis*, vol. III, 1878, pp. 593-602. Saint-Louis.

1881. Engelmann. *Coulters Bot. Gaz.*, VI (1881), 223.

1897. Engler (A.). *Pinaceae* (*Araucariaceae*) *in Die natürlichen Pflanzenfamilien*. Nachtrag und Register zu Teil II-IV, pp. 21-26. Leipzig.

1903. Engler (A.). Syllabus der Pflanzenfamilien. Eine Uebersicht über das gesamte Pflanzensystem mit Berücksichtigung der Medicinal-und Nutzpflanzen nebst einer Uebersicht über die Florenreiche und Florengebiete der Erde zum Gebrauch bei Vorlesungen und Studien über specielle und medicinisch-pharmaceutische Botanik, 3e édit., 1 vol., 234 p. Berlin.

1926. Engler (A.). Geographische Verbreitung der Coniferen in Engler-Prantl. *Die Natürlischen Pflanzenfamilien*, 2 Aufl., Bd. 13, 1926, pp. 166-199. Leipzig.

1914. Farwell (O. A.). The correct name for the Hemlock Spruce. *Bull. Torrey Bot. Club*, t. 41, 1914, pp. 621-629. New York.

1907. Fedde (F.). *Species novae* in Gardeners' Chronicle, 3. ser., XXXIV (1906) *descriptae* in F. Fedde : *Repertorium novarum specierum regni vegetabilis. Centralblatt für Sammlung und Veröffentlichung von Einzeldiagnosen neuer Pflanzen*, fasc. IV, 1907, pp. 363-371. Berlin-Wilmersdorf.

1921. Feustel (H.). Anatomie und Biologie der Gymnospermenblätter, *Beihefte zum Botan. Centralblatt. Original Arbeiten*, XXXVIII, 2 Abt. (1921), pp. 177-257. Dresden.

1932. Fieschi (M[lle] V.). Anatomie de la feuille chez les Pins maritimes. *Trav. du Lab. Forestier de Toulouse*, t. I, vol. I, Art. XVIII, 18 p., 4 f. Toulouse.

1930. Fitschen (J.). Handbuch der Nadelholzkunde, Systematik, Beschreibung, Verwendung und Kultur der Ginkgoaceen, Freiland-Koniferen und Gnetaceen, für Gärtner, Forstbeamte und Botaniker mit Beiträgen von Professor Dr. Klebahn in Hamburg, Regierungsrat Dr. Sachtleben in Berlin-Dahlem und Gartendirektor H. Luyken in Weener. Dritte, vollständig neubearbeitete Auflage von Beissner's Nadelholzkunde, 1 vol., 765 p., 204 gr. Berlin, 1930.

1929. FitzPatrick (H. M.). *Coniferae :* Keys to the genera and species with economic notes. *The Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society*, vol. 19, N. S. 1929, n° 19, pp. 189-260, pl. 9-15. Dublin.

1921. Florin (R.). Ueber Cuticularstructuren der Blätter bei einigen rezenten und fossilen Coniferen. *Arkiv för Bot.*, t. XVI, 1921, n° 6, pp. 1-32, 1 tabl., 9 fig. Stockholm, Berlin, Paris.

1927. Florin (R.). *Plantae sinenses a Dre.* H. Smith *annis* 1921-22 *lectae.* XVII. *Gymnospermae. Meddelanden fron Göteborgs botaniska* Trädgard III, 1927, pp. 1-10, 4 pl. Göteborg.

1931. Florin (Rudolf). Untersuchungen zur Stammgeschichte der Coniferales und Cordaitales. Erster Teil., 1 vol., 58 tab., 111 fig. *Kung. Svenska vetenskapsakademiens Handlingarn*, Tredje Serien, vol. 10, n° 1, 1931, pp. 1-588. Stockholm.

1919. Flood (M. G.). Cf. Henry (A.).

1920. Flood (M. G.). Cf. Henry (A.).

1932 c). Flous (M[lle] F.) et H. Gaussen. Une nouvelle espèce de Sapin du Mexique : *Abies Hickeli. Trav. du Labor. Forestier de Toulouse*, t. I, Art. XVII, pp. 1-7, et *Bull. Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. LXIV, 1932-II, pp. 24-30. Toulouse.

1932 d). Flous (M[lle] F.) et H. Gaussen. Les *Pseudotsuga* et leur résistance au froid en France. *Trav. du Lab. Forestier de Toulouse*, t. I, Art. XX, pp. 1-10, et *Bull. Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. LXIV-1932-II, pp. 483-492. Toulouse.

1934 b). Flous (M^lle F.). Deux espèces nouvelles de *Pseudotsuga* américains. *Trav. du Lab. Forestier de Toulouse*, t. I, vol. II, art. 2, pp. 1-14, 2 fig., et *Bull. Soc. d'Hist. nat. Toulouse*, t. LXVI, 1934, pp. 211-224. Toulouse.

1934 c). Flous (M^lle F.). Les caractères anatomiques et la distinction des espèces. *Soixante sixième Congrès des Soc. Savantes*, pp. 260-265. Paris.

1934 f). Flous (M^lle F.). Diagnoses d'espèces et variétés nouvelles de *Pseudotsuga* américains. *Trav. Lab. Forestier de Toulouse*, t. I, vol. II, Art. VI, 18 p., 6 pl., 1 carte, Toulouse, 1934, et *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, t. LXVI, 1934, 3^e trimestre, pp. 329-346. Toulouse.

1936 a). Flous (M^lle F.). La classification naturelle des Pinacées. *C. R. Acad. des Sciences*, t. 202, n° 10, 1936, pp. 863-865. Paris.

1936 b). Flous (M^lle F.). Le polyphyletisme chez les Abietées. *C. R. Ac. Sc.*, t. 202, 1936, pp. 1611-1612. Paris.

1936 c). Flous (M^lle F.). Evolution des rameaux chez les Pinacées. *Trav. Labor. Forest. de Toulouse*, t. I, vol. II, art. XII, pp. 1-8, 2 tab., Toulouse, 1936, et *Bull. Soc. Hist. nat. de Toulouse*, t. LXIX, 1936. Toulouse.

1936 d). Flous (M^lle F.). Espèces nouvelles de *Pseudotsuga* asiatiques. *Travaux du Lab. Forestier de Toulouse*, t. I, vol. II, art. XIII, pp. 1-5, 2 pl., Toulouse, et *Bull. Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. LXIX, 1936, 3^e trimestre. Toulouse.

1936 e). Flous (M^lle F.). Espèces nouvelles de *Keteleeria*. *Trav. du Labor. Forestier de Toulouse*, t. I, vol. II, art. XIV, 9 p., 4 pl., Toulouse, et *Bull. Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. LXIX, 1936, 3^e trimestre. Toulouse.

1936 f). Flous (M^lle F.). Espèces nouvelles du genre *Tsuga*. *Trav. du Lab. Forestier de Toulouse*, t. I, vol. II, Art. XV, 7 p., 3 pl., Toulouse, et *Bull. Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. LXIX, 1936, 3^e trimestre. Toulouse.

1889. Fontaine (W. M.). The Potomac or younger Mesozoic Flora. *Monographs of the United States Geological Survey*, vol. XV, 377 p., 180 pl. Washington, 1889.

1909. Fraine (E. de). Cf. Hill (T. G.).

1884. Franchet (A.). *Plantæ Davidianæ* 288-290 *ex Sinarum Imperio*. Première partie : Plantes de Mongolie, du Nord et du Centre de la Chine, 1 vol., 390 p., 27 pl. h. t. Paris, 1884.

1899. Franchet (A.). *Plantarum Sinensium Ecloge Tertia* (Suite). *Journal de Botanique*, XIII, 1899, pp. 253-260. Paris.

1933. Fritsch (K.). Revision der Namen rezenter Gymnospermen, *in* Schnarf. Embryologie der Gymnospermen, pp. 301-303. Berlin.

1909. Frothingham (E. H.). Douglas Fir. A Study of the Pacific Coast and Rocky mountains forms. *U. S. Depart. of Agric. Forest. Service,* circ. n° 150, 1909. Washington.

1934. Fulling (E. H.). Identification, by leaf structure, of the species of *Abies* cultivated in the United States. *Bull. of the Torrey Botanical Club,* vol. 61, 1934, pp. 497-524, pl. 26-32. New-York.

1928 e). Gaussen (H.). Cf. Viguié (M.-Th.) et H. Gaussen.

1929 c). Gaussen (H.). Cf. Viguié (M.-Th.) et H. Gaussen.

1932 c). Gaussen (H.). Cf. Flous (M^lle F.) et H. Gaussen.

1932 d). Gaussen (H.). Cf. Flous (M^lle F.) et H. Gaussen.

1910. Gerry (Miss Eloise). The distribution of the « Bars of Sanio » in the Coniferales. *Ann. of Botany,* 24, 1910, pp. 119-123, pl. 13. Oxford.

1867. Geyler (H. Th.). Ueber den Gefässbündelverlauf in den Laubblattregionen der Coniferen. *Pringsheim's Jahrbücher,* t. VI, 1867, pp. 55-208, 6 pl.

1892. Godfrin (J.). Les canaux sécréteurs de la feuille du Sapin; leurs communications avec ceux de la tige. *Bull. Soc. bot. de France,* t. 39, 1892, pp. 196-199. Paris.

1858. Gordon. *Pinetum,* 1 vol. London.

1875. Gordon (G.). The Pinetum. Sec. Edit., 1 vol. London.

1896. Graebner. Cf. Ascherson et Graebner.

1912. Graebner. Cf. Ascherson et Graebner.

1932. Guinier (Ph.). Les Conifères d'ornement en Lorraine. *Bull. mensuel de la Soc. centrale d'Hortic. de Nancy,* n^os 29 et 30, 1932, 31 p. Nancy.

1914. Haberlandt. Physiological Plant Anatomy, p. 158.

1933. Hagerup (O.). Zur Organogenie und Phylogenie der Koniferen-Zapfen. *Det Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Meddelelser,* X, 7, 1933, pp. 23-30. Köpenhavn.

1923. Hale (J. D.). The bars or rays of Sanio. *The Bot. Gazette,* LXXVI, pp. 241-256, 1923. Chicago.

1924. Handel Mazzetti. *Plantæ novæ Sinenses* (25 Fortsetzung). *Akademie der Wissensch. in Wien,* Math. naturwiss. Klasse-Anzeiger, 61 Jahrgang, 1924, pp. 82-83. Wien, 1925.

1927. Hanes (Ch. S.). Resin canals in Seedling Conifers. Exhibition of 1851 Research Scolar. *Journal of the Linnean Society,* vol. XLVII, n° 318, 1 pl., 20 fig., pp. 613-636, 1927. London.

1911. Harshberger (J. W.). Phytogeographic Survey of North America. A consideration of the Phytogeography of the North American Continent, including Mexico, Central America and the West

Indies, together with the Evolution of North American Plant Distribution, 1 vol., 790 p., 32 fig., 18 tab., 1 carte, *in : Die Vegetation der Erde. Sammlung pflanzengeographischer Monographien,* n° XIII. Leipzig-New York, 1911.

1905. Hayata (B.). Cf. Matsumura.

1908 a). Hayata (B.). New Conifers from Formosa. *The Gardener's Chronicle,* March 1908, p. 194. London.

1908 b). Hayata (B.). *Flora montana Formosæ.* An enumeration of the plants found on Mt. Morison, the Central Chain and other mountainous regions of Formosa at altitudes of 3.000-13.000 ft. *Journal of the college of Science, imperial university. Tokyo. Japan,* vol. XXV, art. 19, 260 p., 41 pl., 16 fig. Tokyo, 1908.

1911-1915. Hayata (B.). *Icones plantarum formosanarum nec non et Contributiones ad Floram Formosanam,* vol. I, 1911, 265 p., 40 tab.; vol. II, 1912, 156 p., 40 tab.; vol. III, 1913, 222 p., 35 tab.; vol. IV, 1914, 264 p., 25 tab.; vol. V, 1915, 358 p., 17 tab. Tokyo.

1893. Hempel (G.) und K. Wilhelm. Die Baüme und Sträucher. I. Abt., 1 vol., 204 p., 11 pl. h. t. en couleurs. Wien u. Olmütz.

1909. Henry. Cf. Elwes.

1919. Henry (A.) and M. G. Flood. The history of the Dunkeld Hybrid Larch, *Larix eurolepis,* with notes on other hybrid conifers. *Proceedings of the Royal Irish Academy,* sept. 1919, B 4, pp. 55-56. Dublin.

1920. Henry (A.) and M. G. Flood. The Douglas firs : A botanical and silvicultural description of the various species of *Pseudotsuga. Proceedings of the R. Irish Academy,* vol. XXXV, B, 5, 1920, pp. 67-92, 3 pl. Dublin.

1923. Hers (J.). Notes sur les Conifères de la Chine du Nord. *Bull. Soc. dendrologique de France,* n° 49, 15, nov. 1923, pp. 160-171. Paris.

1906-1909. Hickel (R.). Notes pour servir à la détermination pratique des Abiétinées. *Bull. Soc. dendrol. de France,* t. 1906, pp. 45-58; t. 1907, pp. 5-18, 41-48, 82-86; t. 1908, pp. 5-10, 179-185, 201-208; t. 1909, pp. 13-21. Paris.

1911 a). Hickel (R.). Graines et plantules des arbres et arbustes indigènes et communément cultivés en France. 1re partie : Conifères avec 93 fig. originales. *Bulletin de la Soc. dendrol. de France,* et tiré à part : 1 vol., 181 p. Paris.

1922-23. Hickel (R.). Le Sapin de Douglas (*Pseudotsuga Douglasii*). *Bull. Soc. Dendr. de France,* 1922, pp. 51-79, 95-103; 1923, pp. 3-24. Paris.

1823 c). [Hickel (R.)]. Assemblée générale du 24 janvier 1923. *Bull. Soc. Dendr. France,* 1923, pp. 50-63. Paris.

1931. Hickel (R.). Les Abiétacées. *Flore générale de l'Indochine*, t. V, fasc. 10, pp. 1073-1079. Paris.

1932. Hickel (R.). Dendrologie forestière. *Encyclopédie économique de sylviculture*, vol. V, 1932, 256 p., 25 pl. h. t. Paris.

1860. Hildebrand (F.). Der Bau der Coniferen Spaltöffnungen und einige Bemerkungen über die Vertheilung derselben. *Bot. Zeitung*, XVIII, 1860, pp. 149-152, tabl. IV. Berlin.

1909. Hill (T. G.) and E. de Fraine. On the Seedling Structure of Gymnosperms. II. *Annals of Botany*, vol. XXIII, n° XC, April 1909, pp. 189-227, 11 fig., 1 pl. h. t. London.

1921. Hofmann (J. V.). Adaptation in Douglas fir. *Ecology*, 2, 1921, pp. 127-132.

1913. Holden (Ruth.). Ray tracheids in the Coniferales. *The Bot. Gazette*, 55, 1913, 56-66, pl. 1, 2. Chicago.

1915. Holden (R.). On the cuticles of some indian conifers. *The Bot. Gazette*, vol. 60, 1915, pp. 212-227. Chicago.

1931. Holdt (Fr. Von). Die Douglasie im Staate Montana. *Mitteil. der Deutsch. Dendrol. Gesells.* Nr. 43, pp. 425-427. Thyrow, 1931.

1840. Hooker (W. I.). *Flora Boreali Americana* or the botany of the northern parts of british America compiled principally from the plants collected by..., vol. II, 328 p., 238 pl. London.

1917. Hutchinson (A. H.). Morphology of *Keteleeria Fortunei*. *The Botan. Gazette*, t. 77, 1917, pp. 124-134, 2 tab. Chicago.

1924 b). Hutchinson (J.). Contributions towards a phylogenetic classification of flowering plants. III The genera of Gymnosperms. *Royal Botanic Gardens Kew Bull.*, 1924, pp. 49-66, 5 cart. Kew.

1895. Jackson (D.). *Index Kewensis. Plantarum phanerogamarum nomina et synonyma omnium generum et specierum a Linnaeo usque ad annum MDCCCLXXXV complecten nomine recepto auctore patria unicuique plantae subjectis*, t. I et II. Oxford, MDCCCXCV. *Supplementum I.* Oxford, MDCCCXCV.

1923. Jackson (Bruce). Cf. Dallimore et Jackson.

1853. Jeffrey. Report on the Oregon expedition.

1905. Jeffrey (E. C.). The comparative anatomy and phylogeny of the Coniferales. Part 2. The *Albietineae*. *Mem. of the Boston Society of natural history*, vol. 6, n° 1, pp. 1-37, 7 pl. h. t. Boston, 1905.

1908. Jeffrey (E. C.). On the structure of the leaf in Cretaceous Pines. *Ann. of botany*, t. 22, 1908, pp. 207-221, 2 pl. London.

1917. Jeffrey (E. C.). The anatomy of Woody Plants. *Chicago Univ. Press.*, 1917, 478 p., 306 fig. (4e tirage, 1930). Chicago.

1925. Jeffrey (E. C.). Resin canals in the evolution of the conifers. *Proceed. Nation Acad. of Science,* 11, 101-105, 1925. Washington.

1910. Jepson (W.). The silva of California. *Memoirs of the Univ. of Calif.,* vol. II, 480 p., 85 pl., 3 cartes. Berkeley.

1789. Jussieu (Ant. L. de). *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita, juxta methodum in horto regio Parisiensi exaratam anno* 1774, 1 vol., lxxii, 498 p. *Parisiis,* 1789.

1926. Kanehira Ryozo. Anatomical characters and Identification of the important Woods of the Japanese Empire. *Report of the Depart. of Forestry Govern. Research Institute. Taihoku Formosa,* t. 4, 1926, 297 p., index, 31 pl.

1900. Kent (A. H.). Veitch's manual of the *Coniferæ* containing a general Review of the order; a synopsis of the Species cultivated in Great Britain; their botanical history, economic properties, place and use in arboriculture, etc., nouvelle édition par A. H. Kent, 1 vol., 564 p., 141 fig. London.

1911. Kirsch. The origin and Development of Resin Canals in the *Coniferæ,* with special Rerefence to the Development of Thyloses and their correlation with the Thylosal Strands of the Pteridophytes. *Trans. of the Royal Society of Canada,* vol. 5, sect. IV, 1911. Ottawa.

1918. Kirstein (K.). Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb der Pflanzengruppe der *Gymnospermæ.* Inaug. Dissertation Königsberg, 1918, 70 p. Königsberg.

1920. Kirstein (K.). Cf. Mez et Kirstein.

1885. Kleeberg. Die Markstrahlen der Coniferen. *Botanische Zeitung,* année 43, 1885. Leipzig.

1873. Kny. Ueber die Bedeutung der Florideen in morphologischer und histologischer Beziehung und den Einfluss der Schwerkraft auf die Coniferenblätter. *Botanische Zeitung,* année 31, 1873, n° 28, pp. 433-436. Leipzig.

1873. Koch (K. H. E.). Dendrologie; Bäume, Sträucher, und Halbsträucher welche in Mittel-und Nord-Europa cultivert werden, 2e partie, vol. 2, 424 p. Erlangen.

1893. Koehne (E.). Deutsche Dendrologie, beschreibung der in Deutsch im Freien aushaltenden Nadel-und Laubholzgewächse..., 1 vol., 601 p., 100 gr. Stuttgart.

1885. Kramer (A.). Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte und des anatomischen Baues der Fruchtblätter der Cupressineen und der Placenten der Abietineen. *Flora,* 68, 1885, pp. 544-568. Regensburg.

1934. Lacassagne (M.). Etude morphologique anatomique et systématique du genre *Picea*. *Trav. Lab. For. de Toulouse*, t. II, Etudes dendrol., vol. III, art. I, pp. 1-292. Toulouse, 1934.

1803-1837. Lambert (A. B.). A description of the *Genus Pinus*, illustrated with figures; directions relative to the cultivation and remarks on the uses of the several species, vol. I, 1803; vol. II, 1824; 2e édit., I, 1828, 3 vol., 97 tab. col.; III, 1837. London.

1877. Lavallée (A.). *Arboretum Segrezianum*. Enumération des arbres et arbrisseaux cultivés à Segrez (Seine-et-Oise), comprenant leur synonymie et leur origine, avec l'indication d'ouvrages dans lesquels ils se trouvent figurés, 1 vol., 320 p. Paris, Londres, Madrid, 1877.

1865. Lawson (P.). and Son. *Pinetum britannicum* a descriptive account of all hardy Trees of the Pine tribe cultivated in Great Britain. Edinburgh et London.

1909. Lawson (A. A.). The Gametophytes and Embryo of *Pseudotsuga Douglasii*. *Ann. of Botany*, t. XXIII, 1909, pp. 163-180, 3 pl. London.

1923. Lecomte (H.). Les Bois coloniaux. *Coll. Armand Colin*, 1 vol., 194 p., 28 fig. Paris.

1926. Lecomte (H.). Les bois de l'Indochine. *Agence économique de l'Indochine*, XIII, p. 21. Paris.

1890. Lemmon (J. G.). 3rd Report. Californian State Board of Forestry, t. 14, 189, p. 145, vol. III.

1910. Léveillé. *Decades plantarum novarum*, XXVII-XXVIII, p. 58. *Fedde Rep. Speciar Novar.*, VIII [1910], 60. Berlin-Wilmersdorf.

1924. Lewis (F.) et E. S. Dowding. The Anatomy of the Buds of Coniferæ. *Annals of Botany*, vol. XXXVIII, 1924, pp. 217-228, 12 fig. London.

1894. Lignier. La nervation ténioptéridée des folioles de Cycas et le tissu de transfusion. *Bull. de la Soc. Linéenne de Normandie*, série IV, t. VI, fasc. 1. Caen.

1833. Lindley (J.). *The Penny cyclopaedia of the Society for the Diffusion of Useful Knowledge*, vol. I, 1833, pp. 30-32. London.

1827. Link. Ueber die Familie *Pinus* und die Europäischen Arten derselben. *Abhandl. der Königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin*, 1827, pp. 157-191. Berlin, 1830.

1841. Link (H. F.). *Abietineæ Horti Regii Botanici Berolinensis cultæ*. *Linnæa*, vol. XV, 1841, pp. 481-545. Halle a. d. S.

1753, 1763. Linné (C.) (Linnæus). *Species Plantarum, exhibentes plantas rite cognitas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus secundum systema sexuale digestas*, 1re édit. (1753); Holmiae, II vol., 1200 p.; 2e édit. (1763); Holmiae, II vol., 1684 p.

1921. Livingston (B. E.) et Shreve (F.). The distribution of vegetation in the United States, as related to climatic conditions. *Carnegie Institution of Washington,* publication n° 284, 1 vol., 586 p., 72 fig., 1 carte. Washington.

1883. Lleopart (de). Cf. Castellarnau et de Lleopart.

1825. Loiseleur-Deslongchamps. Cf. Duhamel, Loiseleur-Deslongchamps.

1911. Lotsy (J. P.). Vorträge über botan. Stammesgesch., III, 1911, 1 vol., pp. 1-286. Iéna.

1844. Loudon (J. C.). *Arboretum et fruticetum britannicum,* or, the trees and shrubs of Britain, native and foreign, hardy and half-hardy, pictorially and botanically delineated, and scientifically and popularly described; with their propagation, culture, management, and uses in the arts, in usefuland ornemental plantations, and in Landscape-gardening; preceded by a historical and geographical outline of the trees and shrubs of temperate climates throughout the world, vol. IV, From *Garryaceae* to the end., pp. 2031-2694; vol. III, The Plates from *Bignoniaceæ* to *Corylaceæ;* 2e édit., un vol., 412 pl. London, 1844.

1875. MacNab (W. R.). *Proceedings of the Royal Irish Academy,* vol. 1875, p. 209. Dublin.

1877. MacNab (Will. Ramsay). A revision of the species of *Abies. Proceeding of the Roy. Irish Academy,* 2, série II, 1877, pp. 673-704. Dublin.

1882. MacNab (W. R.). Note an *Abies Pattonii* Jeffrey Mss., 1851. *The Journ. of the Linnean Society Botany,* vol. XIX, 1882, pp. 208-212. London.

1885. Mahlert (A.). Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der Laubblätter der Coniferen mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungs-Apparates, *Botanis. Centralblatt.,* XXIV, 1885, pp. 54-59, 85-88, 118-122, 149-153, 180-185, 214-218, 243-249, 278-281, 310-312. Tabl. 1, 2. Cassel.

1931. Marco (H. F.). Needle structure as an aid in distinguishing Colorado blue Spruce from Engelmann spruce. *The Botanical Gazette,* vol. XCII, sept.-déc. 1931, pp. 446-449, 1 fig. Chicago, 1931.

1926. Marie Victorin (Frère). Notes pour servir à l'histoire de nos connaissances sur les Abiétacées du Québec. *Transactions of the Royal Society of Canada,* série III, t. XX (1926), section V, pp. 437-460; *Contributions du Laboratoire de botanique de l'Université de Montréal,* n° 7. New York-Montréal-Leipzig.

1927. Marie-Victorin (Frère). Les Gymnospermes du Québec. *Contributions du Laboratoire de botanique de l'Université de Montréal,* n° 10, 1927. Montréal, New York, Leipzig.

1929. Marquand (C. V. B.). The botanical collection made by Captain F. Kingdon Ward in the Eastern Himalaya and Tibet in 1924-1925. *The Journal of the Linnean Soc. of London,* vol. XLVIII, 1929, pp. 149-230. London.

1880 b). Masters (M. T.). On the Conifers of Japan. *Journal of the Linnean Society's Botany,* vol. XVIII, 1881, pp. 473-524. London.

1886 a). Masters (M. T.). Contributions to the history of certain species of conifers. *Journal of the Linnean Society,* vol. XXII, 1886, pp. 169-212, 91. London.

1890 c). Masters (M. T.). Review of some points in the comparative morphology, anatomy and live history of the Coniferæ. *Journal of the Linnean Society,* XXVII (1890), 226-332, with 29 fig. London, 1891.

1893. Masters (M. T.). Notes on the Genera of Taxaceæ and Coniferæ. *Journal of the Linnean Society Botany,* vol. XXX, 1893, pp. 1-42. London.

1902. Masters (M. T.). *Coniferae* in An enumeration of all the Plants known from China Proper, Formosa, Hainan, Corea, the Luchu Archipelago, and the Island of Hongkong, together with ther Description and Synonymy. *Journ. Linn. Soc.,* XXVI, 1902, pp. 540-559. London.

1903. Masters (M. T.). *Keteleeria Evelyniana. Gardener's Chronicle,* 1903, p. 194, avec tabl. London.

1904. Masters (Maxwell T.). A general view of the genus *Pinus. Journ. Linn. Soc. Bot.,* 35, pp. 550-659, pl. 20-23. London.

1906. Masters (Maxwell T.). On the Conifers of China. *Journ. Linn. Soc.,* vol. XXXVII, pp. 410-424. London.

1907 a). Masters (M. T.) in : Fedde (Fr.). *Coniferae chinenses novae Repertorium novarum specierum regni vegetabilis. Centralblatt für Sammlung und Veröffentlichung von Einzeldiagnosen neuer Pflanzen.* Fasc. IV, 1907, pp. 108-111. Berlin Wilmersdorf.

1908. Masters (T. M.). On the distribution of the species of Conifers in the several districts of China, and on the occurence of the same species in neighbouring countries. *The Journ. of Linn. Soc.,* 38, 1908, pp. 198-205. London, 1907-1909.

1905. Matsumura (J.) et Hayata (B.). *Enumeratio Plantarum formosanarum. Journ. Sc. Coll. Imp. Univ. Tokyo,* XXII, 1906, 702 p., 18 pl. Tokyo.

1866 b). Maximowicz (C. J.). Mélanges biologiques. *Bull. de l'Acad. des Sciences de Saint-Petersbourg,* VI, 1866. Saint-Petersbourg.

1890 a). Mayr (H.). Die Waldungen von Nordamerika.

1890 b). Mayr (Heinrich). Monographie der Abietineen des Japanischen Reiches Tannen, Fichten, Tsugen, Lärchen und Kiefern. On Systematischer, geographischer und forstlicher Beziehung, 1 vol., 104 p., 7 tab. color. München.

1901. Mayr (H.). Kleinere Mitteilungen über Conferen. *Mitt. D. Deutsch. Dendrol. Gesellschaft,* pp. 318-319, 2e édit., 1910. Bonn. Poppelsdorf.

1906. Mayr (H.). Fremdländische Wald-und Parkbäume für Europa, 1 vol., 662 p., 258 fig., 20 tab., illustr. Berlin.

1883. Meyer (W.). Die Harzgänge un Blatt der Abietineen, nach ihrer Anatomie und ihrer Verwerthung zur Taxologie. Inaugural Dissertation, 36 p. Königsberg, 1883.

1920. Mez (C.) et Kirstein (K.). Serodiagnostische Untersuchungen über die Gruppe der Gymnospermae. *Beitr. z. Biol. d. Pflanzen.,* XIV, 1920, pp. 145-148.

1810-1813. Michaux (F. A.). Histoire des Arbres Forestiers de l'Amérique septentrionale, considérée principalement sous les rapports de leur emploi dans les arts..., 3 vol., I, 1810, 222 p., 24 tab.,; III, 1813, 408 p., 71 tab. Paris.

1849. [Michaux (F. A.) et] Nuttal (Th.). The North American Sylva, or a description of the forest trees of the United States, Canada and Nova Scotia, not described in the work of F. A. Michaux and containing..., vol. II (1849); vol. III, 122 pl. col. (1854). Philadelphia.

1865 a). Michaux (F. A.) with notes by Smith (J. Jay). The North American Sylva or a description of the Forest Trees of the United States, Canada and Nova Scotia..., in three volumes, vol. III, 180 p. Philadelphia, 1865.

1786. Miller (Ph.). Dictionnaire des Jardiniers et des cultivateurs, traduit de l'Anglois sur la VIIIe Edition avec un grand nombre d'Additions... Nouvelle édition dans laquelle on a rectifié un très grand nombre... et de plus, on y a ajouté... et plusieurs nouvelles notes, t. I, 1786, 1 vol., xlviii, 544 p. et pl. Bruxelles.

1810. Mirbel. Examen de la division des végétaux en endorhizes et exorhizes. *Ann. du Muséum d'Hist. naturelle,* t. XVI, 1810, pp. 419-458, 6 pl. h. t. Paris.

1845. Mohl (H. von). Ueber die männlichen Blüthen der Coniferen. Dissert., 1837.

1862. Mohl (H. von). Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. *Botan. Zeitung,* 1862, p. 225.

1879. Morlet (G.). Les Conifères de petites et grandes dimensions, classification, description, culture ornementale et forestière, 1 vol., 432 p., 1879. Paris.

1902 a). Mottet (S.). Les Conifères et Taxacées, traité élémentaire et pratique contenant..., 474 p., 132 fig., 108 phot. Paris, 1902.

1892-1898. Mouillefert. Traité des arbres et des arbrisseaux, 1 vol. et un Atlas, 195 pl. Paris.

1853. Murray. Report on the Oregon expedition, n° 1, t. 4, 1853, *cum ic.*

1855. Murray. *Edinburgh New Phil. Journ.*

1863. Murray. Pines and Firs of Japan, 1 vol., p. 49, *cum ic.*

1900. Murrill (W. A.). The development of the Archegonium and Fertilisation in the Hemlock Spruce (*Tsuga canadensis*). *Ann. of Botany,* t. XIV, 1900, pp. 583. London.

1907. Neger (F. W.) et Büttner (G.). Ueber Erfahrungen mit der Kultur fremdländischer Coniferen im akademischen Forstgarten zu Tharandt. *Naturw. Zeitsch. fur Land und Forstwirtschaft,* 1907, 5, pp. 204-210.

1912. Neger (F. W.). Die Nadelhölzer (Koniferen) und übrigen Gymnospermen. *Sammlung Göschen,* n° 355, 1 vol., 189 p., 85 fig., 4 cartes. Berlin et Leipzig.

1887. Noack (F.). Der Einfluss des Klimas auf die Kutikularisation und Verholzung der Nadeln einiger Coniferen. *Pringsheims Jahrb. f. wiss. Botan.,* 18, 1887, pp. 519-529.

1910. Noelle (W.). Studien zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Coniferenwürzeln mit Rücksicht auf die Systematik. *Botanische Zeitung,* LXVIII, 1910, I Abt., pp. 169-266.

1933. Orr (M. Y.). *Plantæ chinenses Forrestianæ : Coniferæ Notes from the Royal Bot. Gard. Edinburgh,* vol. XVIII, 1933, pp. 119-158, 3 pl. h. t. Edinburgh.

1906. Pardé (L.). Arboretum national des Barres. Enumération des végétaux ligneux indigènes et exotiques qui y sont cultivés..., 1 vol., 398 p. et 1 atlas de 95 planches et de 22 plans. Paris.

1912. Pardé (L.). Conifères. Essais de tableaux dichotomiques pour la détermination des espèces. *Revue des Eaux et Forêts,* 4e série, 10e année, n° 11, pp. 340-341, 1912. Paris.

1912. Pardé (L.). Iconographie des Conifères fructifiant en France, fasc. 1, tab. col. XXI. Paris.

1913 a). Pardé (L.). Iconographie des Conifères fructifiant en France. Paris.

1914. Pardé (L.). Iconographie des Conifères fructifiant en France. Paris.

1920. Pardé (L.). Notice sur les végétaux ligneux exotiques. *Bull. du Ministère de l'Agricult.,* 1900, n° 2, 55 p. Paris.

1923. Pardé (L.). L'Aboretum national des Barres et le Fruticetum Vilmorinianum. *Revue Scientifique,* 61e année, 1923, n° 13, pp. 385-393, fig. 215-224. Paris.

1925. Pardé (L.). Essences exotiques et naturalisées; cas dans lesquels il peut être intéressant de les employer. *Le Problème forestier. Travaux du Congrès forestier international de Grenoble,* 22-30 juillet 1925), pp. 277-280. Paris.

1928-1929. Pardé (L.). L'introduction des essences exotiques dans les Forêts de l'Europe occidentale. *Bull. Soc. des amis et anciens élèves de l'école nationale des Eaux et Forêts,* 1 vol., 138 p. Paris.

1865. Parlatore. Studi organografici sui fiori e sui frutti delle Conifere. *Anali del R. Museo di storia naturale di Firenze,* 1864.

1868. Parlatore. *Coniferæ, in* de Candolle : *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis,* vol. XVI, II, 1868, pp. 418-427. *Parisiis.*

1912. Patschke (W.). Ueber die extratropischen ostasiatischen Coniferen und ihre Bedeutung für die pflanzengeographische Gliederung Ostasiens. *Engler Botanisch. Jahrbücher,* XLVIII, 1912, pp. 626-776. Leipzig, 1913.

1916-1920-21. Pavari (A.). Studio Preliminare sulla coltura Di Specie forestali esotiche in Italia. *Annali del R. Istituto sup. For. Nazionale,* vol. I, anni 1914-15, 221 p.; vol. VI, 1920-21, 337 p. Firenze.

1896 a). Penhallow (D. P.). The generic characters of the North american *Taxaceæ* and *Coniferæ. Mémoires et Comptes rendus de la Société royale du Canada. Proceedings and transactions of the royal Soc. of Canada,* série 2, vol, 2, sec. 4, 1896, pp. 33-57, pl. 1-6. Ottawa-Toronto-Londres.

1904. Penhallow (D. P.). Anatomy of the North American Coniferales together with certain exotic species from Japan and Australasia. Part I, Am. Nat. *The American naturalist,* t. 30, 1904, pp. 243-273, 331-359, 523-554, 691-723. Boston.

1900. Petunikow (A.). Ueber den Wert anatomischer Merkmale zur Unterscheidung der *Abies*-Arten. *Allgemeine Botanische Zeitschrift für Systematik, Floristik,* Bd. 6, 1900, pp. 125-128. Karlsruhe.

1926. Pilger (R.). *Pinaceæ, in* Engler-Prantl : *Die Natürlischen Pflanzenfamilien,* 2 Aufl., Bd. 13, 1926, pp. 271-342. Leipzig.

1887. Pirotta (R.). Sul genere *Keteleeria* di Carrière (*Abies Fortunei* Murr.). *Bulletino della R. Società Toscana di Orticultura,* XII, 1887, 8 p. Firenze.

1890. Pirotta (R.). Sulla struttura anatomica della *Keteleeria Fortunei* (Murr.) Carr. *Atti della Reale Academia dei Lincei,* 1890, série IV, vol. VI, pp. 561-565. Roma.

1894. Pirotta (R.). Sulla germinazione e sulla struttura della piantina della *Keteleeria Fortunei*. *Atti della R. accademia dei Lincei*, Anno CCXCI, 1894, Série V, Rendiconti, vol. III, 2e Sem., pp. 286-289. Roma.

1804. Poiret. Encyclopédie méthodique. Botanique, par Lamarck, continuée par Poiret, vol. VI, 786 p., An. XII, 1804. Paris.

1900-1901. Pritzel *in* Diels. Die Flora von Central-China. *Botanische Jahrbücher für System. Pflanzengesch. und Pflanzenzeogr.*, par A. Engler, t. XXIX, 1901, p. 217. Leipzig.

1894. Radais (M.). Contribution à l'anatomie comparée du fruit des Conifères. *Thèses Fac. Sc. Paris*, série A, n° 205, n° 805, 1 vol., 172 p., 9 pl. Paris.

1832-1833. Rafinesque-Schmaltz (C. S.). Atlantic Journal and friend of Knowledge in eight numbers. Containing about 160 original articles and tracts on natural and historical science, the description of about 150 new plants and 100 new animals or fossils. Many vocabularys of languages, historical and geological facts, 8-212 p., 1 tab. Philadelphia, 1832-1833.

1914. Rehder et Wilson *in* Sargent. An enumeration of the woody plants collected in western China for the Arnold Arboretum of Harvard university during the years 1907, 1908, and 1910 by E. H. Wilson. *Public. of the Arnold Arboretum*, n° 4. Cambridge, 1917.

1915. Rehder (A.). The name of the Hemlock Spruce. *Rhodora*, t. 17, pp. 59-62.

1927. Rehder (A.). Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North-America, 1 vol. New York, 1927.

1929. R[ehder] (A.). A Key to the Conifers based on leaf characters. *Journal of the Arnold Arboretum*, vol. X, 1929, p. 196. Lancaster Pa.

1929. Rehder (A.). Notes on the Ligneous Plants described by H. Léveillé from Eastern Asia. *Journ. of the Arnold Arboretum*, vol. X, n° 2, pp. 108-136, 1929. Lancaster Pa.

1810. Richard (L. C.). Note sur les plantes dites Conifères. *Annales du Museum*, XVI, 1810, pp. 298-299. Paris.

1826. Richard (L. Cl. M.). *Commentatio botanica de Conifereis et Cycadeis, characteres genericos singulorum utriusque familiæ et figuris analyticis eximie ab autore ipso ad naturam delineatis ornatos complectens. Opus posthumum ab.* Richard (Achille), *filio perfectum et in lucem editum*, 1 vol., XV, 212 p., 30 tab. Stuttgart, Paris.

1857. Roezl. Catal. Conif. Mexico.

1771 b). Du Roi. De Harbkesche wilde Baumzucht theils nordamerikanischer und andrer fremder theils ein heimischer Baüme, Sträucher und strauchartigen Pflanzen, nach den Kennzeichen, der Anzucht, den Eigenschaften und der Benutzung beschrieben, I, 1771, LXXX, 477 p., 3 tab. Braunschweig.

1932. Rol (R.). Note sur un essai de classification du genre *Pinus* d'après des caractères tirés de l'anatomie du bois. *Congrès des Sociétés Savantes,* pp. 333-341, 8 fig. Paris, 1932.

1886. Rose (J. N.). Cf. Coulter et Rose.

1901. Saint-Paul (U. von). *Pseudotsuga Douglasii* Carrière. *Mitteil. der deutsch. dendr. Gesells.,* 1901, pp. 1-8. Bonn Poppelsdorf.

1880. Sargent (C. S.). Forest Trees of North America, Tenth Census of the United States, vol. IX. Washington.

1905. Sargent (Ch. Sp.). Manual of the trees of North America (exclusive of Mexico), 1 vol., 826 p., 644 gr. Boston et New-York.

1885. Sargent (C. S.). Leaves of the *Abietineæ*. *Bulletin of the Torrey botanical Club,* vol. XII, 1885, n° 1. New York.

1898. Sargent (C. S.). The Silva of North America a description of the Trees wich grow naturally in North America exclusive of Mexico, vol. XII. *Coniferæ* (*Abietineæ* after *Pinus*), 1896-1898. Boston et New York.

1933. Sax (K.) et H. J. Sax. Chromosome number and morphology in the Conifers. *Journal of the Arnold Arboretum,* vol. XIV, 1933, pp. 356-375, 4 pl. h. t., 3 fig. Jamaïca Plain.

1913. Saxton (W. T.). The classification of Conifers. *New. Phytolog.,* XII, 1913.

1909. Schelle (E.). Die winterharten Nadelhölzer Mitteleuropas. Ein Handbuch für Gärtner und Gartenfreunde, 1 vol., 356 p., 173 grav., 1 carte. Stutgart, 1909.

1832-33. Schmaltz (C. S.). Cf. Rafinesque.

1933. Schnarf (D[r] K.). Embryologie der Gymnospermen. *Handbuch der Pflanzenanatomie.* Lief. 30, II, 2 E, 303 p., 467 fig. Berlin, 1933.

1923. Schneider (C.). Cf. Silva-Tarouca et Schneider.

1889. Schumann (C. R. G.). Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen. *Bibliotheca Botanica : Abhandlungen dem Gesammtgebiete der Botanik.* Heft, Nr. 15, 1 vol., 32 p., 5 pl. h. t. Cassel, 1889.

1902. Schwabach (E.). Zur Entwickelung der Spaltöffnungen bei Coniferen. *Beritchte der Deutschen Botanischer Gesellschaft,* Band XX, 1902, pp. 1-7, 1 tab. Berlin.

1922. Schwerin (Fr. Graf von). Die Douglasfichte (Benennung, Formenreichtum, Winterhärte). *Mitt. der Deutsch. Dendrol. Gesellschaft (Jahrbuch)*, 1922, pp. 53-67, 4 fig. Thyrow.

1914. Shaw (G. R.). The Genus *Pinus*. *Publications of the Arnold Arboretum*, n° 5, 1 vol., 96 p., 39 pl. Cambridge.

1915. Shepard (H. B.). Cf. Bailey (I. W.) et Shepard.

1913. Shirasawa (Homi et Koyama). Homposan tokwaizoku oyobi shôzoku no shinshu (Quelques espèces nouvelles de *Picea* et *Abies* au Japon). *Bot. magaz.*, t. 27, 1913, pp. 127-132, avec pl. Tokyo.

1921. Shreve (F.). Cf. Livingston (B. E.) et Shreve.

1835-1870. Siebold (P. F.) et Zuccarini (I. G.). *Flora japonica, sive plantæ, quas in Imperio Japonico collegit*, 2 vol., 1835-1870. *Lugdunum Batavorum*.

1926. Sifton (H. B.). Cf. Thomson et Sifton.

1923. Silva-Tarouca (E.) et C. Schneider. Unsere Freiland-Nadelhölzer Anzucht, Pflege und Verwendung aller bekannten in Mitteleuropa im freien Kulturfähigen Nadelhölzer mit Einschluss von *Ginkgo* und *Ephedra* unter Mitwirkung von..., 3e vol. de la collection : *Kulturhandbücher für Gartenfreunde*, 2e édit., 1 vol., 316 p., 319 fig., 6 tabl., 12 pl. en couleurs. Wien-Leipzig.

1922. Soar (Isabel). The structure and function of the endodermis in the leaves of the *Abietineæ*. *The New Phytologist*, XXI, pp. 269-292, 12 fig.

1932. Soo (Raoul de). Forme, distribution et génèse du Mélèze européen. *Bull. Soc. Bot. France*, t. 79, pp. 651-666. Paris, 1932.

1842. Spach. Histoire naturelle des Végétaux. Phanérogames, vol. XI, 1842, 444 p. Paris.

1931. Stamm (A. J.). A new method for determining the proportion of the length of a tracheid that is in contact with rays. *The botanical Gazette*, vol. XCII, 1931, pp. 101-112, 1 fig. Chicago.

1920. Standley (Paul C.). Trees and Shrubs of Mexico (*Gleicheniaceæ Betulaceæ*) Smithsonian institution United States National Museum. *Contributions from the United States National Herbarium*, vol. 23, Part 1. Washington, 1920.

1936. Stefanoff (B.). Der Samenflügel bei den Pinaceen-Arten. *Bull. Soc. botan. de Bulgarie*, vol. VII, 1936, pp. 1-6. Sofia.

1840. Steudel (E. G.). *Nomenclator botanicus, seu synonymia plantarum universalis, enumerans ordine alphabetico nomina atque synonyma tum generica tum specifica, et a Linnæo et a recentioribus de re botanica scriptoribus plantis phanerogamis imposita. Edit. secund ex novo elaborata et aucta. Stuttgardia et Tuebingua*, 1840-1841, I, Litt., A-K, 1840, 852 p.; II, Litt., L.-Z., 1841, 810 p.

1907. Stopes (M. C. C.). The « xerophytic » character of the gymnosperms is it an ecological adaptation ? *N. Phytol.*, 6, 1907 (46-50). London.

1872. Strasburger (E.). Die Coniferen und die Gnetaceen. Eine morphologische Studie, 1 vol., 442 p., Atlas 26 pl. Jena.

1879. Strasburger (Ed.). Die Angiospermen und die Gymnospermen, 1 vol., 174 p., 22 tab. Iéna.

1902. Strasburger (E.). Die Siebtüpfel der Coniferen in Rucksicht auf Arthur W. Hill's soeben erschienene Arbeit : The histology of the sieve-tubes of *Pinus*. *Bot. Ztg.*, 60, Abt 2, pp. 49-53. Leipzig.

1926. Studt (W.). Die heutige und frühere Verbreitung der Koniferen und die Geschichte ihrer Arealgestaltung. *Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde*, 307 p., 32 fig. Hambourg, 1926.

1908. Sudworth. Forest Trees of the Pacific Slope. *Bull. U. S. Departmt of Agriculture Forestry Miscellaneous*, n° 125, 1908.

1916. Sudworth (G. B.). The Spruce and Balsam Fir Trees of the Rocky Mountain Region. *U. S. Departmt of Agriculture*, Bull. n° 327, 1916, pp. 20-24, fig. Washington.

1918. Sudworth (G. B.). Miscellaneous conifers of the Rocky Mountain region. *Bull. U. S. Dep. Agric.*, 1918, 680, 44 p., 13 pl., 9 cartes. Washington.

1913. Takeda Hisay. A theory of « Transfusion tissue ». *Ann. of Botany*, vol. 27, 1913, pp. 359-363. London.

1928. Takamatsu (Masahiko). On the arrangement of bast elements in Conifers. *Science Rep. of the Tohoku Impr. Un., Biology*, III, 4/2, pp. 821-826, 1 pl., 1928. Tohoku.

1905. Tassi (F.). Ricerche comparate sul tessuto midollare delle Conifere e sui rapporti di esso con gli elementi conduttori del legno. *Bulletino del Laboratorio et Orto botanica*, VII, 1905. Siena.

1926. Taubert. Beiträge zur aüsseren und inneren Morphologie der Licht-und Schattennadeln bei der Gattung *Abies*. *Mitt. der deutschen Dendr. Gesellschaft*, n° 37, 1926 II, p. 206. Thyrow.

1903. Thil (A.). Etude sur les ponctuations aréolées dans le bois des Conifères. *Micrographe preparateur*, t. 11, 1903, pp. 219-223. Paris.

1865. Thomas (E.). Zur vergleichenden Anatomie der Coniferen-Laubblätter. *Pringsh. Jarbüch. wissenschaftlischen Botanik*, IV, 1865, pp. 23-63.

1910. Thompson. The origin of ray-tracheids in the *Coniferae*. *The Bot. Gazette*, 1910, pp. 101-116. Chicago.

1914. Thomson (R. B.). The spur shoot of the Pines. *The Botanical Gazette*, vol. LVII, n° 5, 23 p., 4 pl., 1914. Chicago.

1926. Thomson (R. B.) et Sifton (H. B.). Resin canals in the Canadian Spruce (*Picea Canadensis* (Mill.) B. S. P.). An Anatomical Study, especially in Relation to traumatic effects and their Bearing on Philogeny. *Philosophical transactions of the Royal Society of London,* series B, vol. 214, 1926, pp. 63-111, 6 fig. et 7 pl. London.

1918. Tidestrom (Ivar). *Tsuga canadensis* (L.) Carr. *Rhodora,* t. 20, pp. 185-188.

1872. Tieghem (Ph. Van). Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes. *Ann. Sc. Nat., Bot.,* 5e série, t. XVI, 1872, pp. 96-201. Paris.

1891. Tieghem (Ph. van). Structure et affinités des *Abies* et des genres les plus voisins. *Bull. Soc. bot. de France,* t. 38, 1891, pp. 406-415. Paris.

1904. Tison (A.). Les traces foliaires des conifères dans leurs rapports avec l'épaississement de la tige. *Mém. Soc. Linn. Normandie,* t. 21, 1902-1904, pp. 59-82, 2 pl. Caen, 1904.

1912 a). Tison (A.). La nervation dichotomique chez les Conifères. *C. R. Académie des Sciences,* t. 154, 1912. Paris.

1913 b). Tison (A.). Sur la persistance de la nervation dichotomique chez les Conifères. *Bull. Soc. Lin. Normandie,* 6e série, 4e vol., pp. 30-46, 2 pl. h. t., 1910-1911. Caen, 1913.

1896. Tubeuf (C. v.). Die Haarbildungen der Coniferen. *Forst. naturw. Zeitschrift.,* V, 1896, pp. 109-144, 173-193, tab. 1-12.

1897. Tubeuf (C. Fr. von). Die Nadelhölzer mit besonderer Berücksichtigung der in Europa winterharten Arten. Eine Einführung in die Nadelholzkunde für Landschaftsgärtner, Gartenfreunde und Forstleute, 1 vol., 100 gr. Stuttgart.

1928. Valckenier Suringar (J.). Personal idees about the application of the international Rules of Nomenclature, or, as with the rules themselves international deliberation ? I Some denominations of Conifer species. *Mededeelingen van's Rijks herbarium,* n° 55, 1928, 76 p. Leiden.

1931. Valckenier Suringar (Dr. J.). Nomenklaturalia n° 3, *Pseudotsuga taxifolia, mucronata* oder *Douglasii ? Deutsch. Dend. Gesells.,* n° 43, p. 201. Thyrow, 1931.

1935. Vandel (A.). Les mutations. *Revue générale des Sciences pures et appliquées,* t. XLVI, n° 23, pp. 647-652, 1935. Paris.

1884. Vasey. The Distribution of North american Forest Trees. *U. S. Dept. of Agriculture,* spec. rp. n° 5, p. 38. Washington.

1932. Vavilof (N. I.). The Process of evolution un cultivated plants. *Proceed. VI Internat. Congress of Genetics,* Ithaca, N. Y., 1932, vol. I, pp. 331-343. Brooklyn.

1910. Vierhapper (F.). Entwurf eines neuen Systemes der Coniferen. *Abhandl. der K. K. Zool. botan. Gesellschaft in Wien,* vol. V, fasc. IV, 1 vol., 56 p., 2 fig. Jena, 1910.

1928 e). Viguié (M.-Th.) et H. Gaussen. Révision du Genre *Abies. Travaux du Laboratoire forestier de Toulouse,* t. II. Révision des Conifères, Vol. I, Art. I, pp. 1 à 66. Toulouse, 1929. — Le même article a paru sous le titre : Révision du genre *Abies.* Introduction à l'étude d'ensemble. I. Historique; II. Description du genre, dans *Bull. Soc. d'Hist. nat. de Toulouse,* t. LVII, 1928, pp. 369-434. Toulouse, 1929.

1929 c). Viguié (M.-Th.) et H. Gaussen. Révision du Genre *Abies* (suite). *Travaux du Laboratoire forestier de Toulouse,* t. II. Révision des Conifères, Vol. I, Art. I (suite I), pp. 67 à 386. Toulouse, 1929. — Le même article a paru sous le titre : Révision du genre *Abies.* III. Monographie et iconographie des espèces, dans : *Bull. Soc. d'Hist. nat. de Toulouse,* t. LVIII, 1929, pp. 245-564. Toulouse.

1906. Vilmorin (Ph. L. de). *Hortus Vilmorinianus.* Catalogue des plantes ligneuses et herbacées existant en 1905 dans les collections de M. Ph.-L. de Vilmorin et dans les cultures de MM. Vilmorin Andrieux et C^ie^ à Verrières-le-Buisson, 1 vol., 372 p., 105 fig., 28 pl. Verrières-le-Buisson.

1828. Wallich (Nath.). A numerical List of dried specimens of plants in the East India Companys Museum, collected under the superintendence of Dr. Wallich, 1 vol., 268 p. London, 1828.

1887. Wettstein (R. v.). Verwerthung des anatomischen Blattbaues für die systematische Unterscheidung der einheimischen Coniferen. *Sitzber. der K. und K. Akad. der Wiss.,* Wien, 13 Okt. 1887.

1911. Wettstein (R. R. v.). Handbuch des systematischen Botanik, 1 vol., 2^e^ édit., 3692 fig., 1 tab., 915 p. Leipzig et Wien.

1884. Wiesner (J.). Elemente der Organographie, systematik und biologie der Pflanzen mit einem Anhang : die historische Entwicklung der Botanik, 1 vol., 450 p., 269 fig. Wien, 1884.

1883. Wilhelm (K.). Ueber eine Eigenthümlichkeit der Spaltöffnungen bei Coniferen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft,* Bd. I, 1883, pp. 325-330. Berlin.

1893. Wilhelm (K.). Cf. Hempel.

1913. Wilson (E. H.). A naturalist in Western China with Vasculum, Camera and Gun., 2 vol., 1913, 251, 229 p., 101 tab., 1 carte. London.

1914. Wilson. Cf. Rehder et Wilson, *in* Sargent.

1916. E. H. Wilson. The Conifers and Taxads of Japan. *Publications of the Arnold Arboretum,* n° 8, 1 vol., 91 p., LIX pl. Cambridge U. S. A.

1920 a). Wilson (E. H.). Phytogeographical Sketch Formosa. *Journal of the Arnold Arboretum*, vol. I, juillet 1920, 38. Lancaster.

1926. Wilson (E. H.). *Journ. Arnold Arbor,* vol. VII, pp. 49-50, 1926. Lancaster.

1897. Worsdell (W. C.). On transfusion tissue; its origin and function in the leaves of Gymnospermous plants. *Trans. Linn. Soc. Bot.,* V, pp. 301-319, pl. 23-26. London.

1902. Worsdell (W.). The evolution of the vascular tissue of plants. *The Bot. Gazette,* XXXIV, 1902. London.

1929. Ziegenspeck (Von H.). Die Nadeln der erwachsenen und Keimenden Koniferen und die Phylogenie dieser Klasse, eine phylogenetisch-anatomische Studie. *Botanisches Archiv,* Band 26, Heft 3/4, 1929. Leipzig.

1843. Zuccarini. Zur Morphologie der Coniferen. *Abhandl. der Königl. bairisch. Akademie.* München.

1845. Zuccarini (J. G.). On the morphology of the Coniferæ. *Reports and Papers on Botany Ray Society.*

1835-1870. Zuccarini (J. G.). Cf. Siebold et Zuccarini.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

GÉOLOGIE :

Les Gymnospermes des temps primaires et leurs descendants.

ZOOLOGIE :

La Polyploïdie.

VU ET APPROUVÉ :

Toulouse, le 16 mars 1936.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

R. DELTHEIL.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Toulouse,

J. GHEUSI.

TABLE DES FIGURES

Pages.

INTRODUCTION

Fig. 1. Monophylétisme générique 3
Fig. 2 et 3. Polyphylétisme générique 4

PREMIÈRE PARTIE

DEUXIÈME PARTIE

Fig. 4. Tableau de parenté des Pinacées 193
Fig. 5. Rameaux longs et rameaux demi-courts chez les Pinacées 201
Fig. 6. Rameaux nains 203
Fig. 7. Chatons mâles des Pinacées 213
Fig. 8. Diagrammes des chromosomes d'après Sax 225
Fig. 9. Arbre généalogique des Pinacées 233
Fig. 10, 11. Sections foliaires à bords latéraux aigus 237
Fig. 12. Sections foliaires à grands canaux 239
Fig. 13. Sections foliaires épaisses 241
Fig. 14. Ecailles du cône 243
Fig. 15. Schéma du phylum A 246
Fig. 16. Schéma du phylum B 246
Fig. 17. Schéma du phylum C 247
Fig. 18. Schéma du phylum D 247
Fig. 19. Tableau de parenté des Pinacées dans l'hypothèse du Polyphylétisme 248

TROISIÈME PARTIE

A. *KETELEERIA.*

Fig. 1. Epiderme et sous-épiderme de *K. formosana* 263
Fig. 2. Epiderme et stomates 264
Fig. 3. Section longitudinale de la feuille chez *K. formosana* .. 266
Fig. 4. Section transversale de la feuille chez *K. formosana* 267
Fig. 5. Sclérite dans le parenchyme de *K. formosana* 268
Fig. 6. Epiderme du ramule chez *K. Evelyniana* 271
Fig. 7. Section transversale du ramule de *K. Davidiana* 272
Fig. 8. Sclérites dans l'écorce du ramule de *K. Evelyniana* 273
Fig. 9. Section du ramule de *K. formosana* 273
Fig. 10. Canaux résinifères du bois 274
Fig. 11, 12. Section de l'écaille du cône chez *K. Roulletii* 277
Fig. 13. Épiderme inférieure de l'écaille 278
Fig. 14. Section de la bractée de *K. Roulletii* 279

Planches dans le texte : 13.

B. *PSEUDOTSUGA.*

Fig. 1. Epiderme et stomates 346
Fig. 2. Epiderme de *Ps. cæsia* et *Ps. japonica* 348
Fig. 3. Sous-épiderme de *Ps. Flahaulti* 348
Fig. 4. Parenchyme foliaire 349
Fig. 5. Section transversale de la feuille 350
Fig. 6. Canaux résinifères de *Ps. japonica* 351
Fig. 7. Idioblastes. 353
Fig. 8. Section du ramule 355
Fig. 9. Cellules pierreuses du liège 356
Fig. 10. Idioblastes de l'écorce 357
Fig. 11. Section du ramule de *Ps. Douglasii* 358
Fig. 12. Canaux résinifères du bois 359
Fig. 13. Epiderme de l'écaille du cône 362
Fig. 14. Section de l'écaille du cône 363
Fig. 15. Section de la bractée du cône 365

Planches dans le texte : 19.

C. *TSUGA.*

Fig. 1. Epiderme et stomates 477
Fig. 2. Epiderme de *Ts. yunnanensis* 480
Fig. 3. Epiderme et sous-épiderme 480
Fig. 4. Section longitudinale dans la feuille de *Ts. yunnanensis*. 482
Fig. 5. Section des idioblastes de *Ts. longibracteata* 482
Fig. 6. Section transversale dans la feuille de *Ts. heterophylla*. 485
Fig. 7. Sclérites dans le cylindre central de *Ts. longibracteata*. 486
Fig. 8. Epiderme et canaux résinifères du ramule 488
Fig. 9. Epiderme du ramule de *Ts. heterophylla* 489
Fig. 10. Section du ramule 491
Fig. 11. Section de l'écaille du cône 495
Fig. 12. Epiderme de l'écaille 496
Fig. 13. Section de la bractée du cône 497

Planches dans le texte : 18.

Total des figures et planches : 110.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

Pages.

Le problème de la classification naturelle 1
Plan du travail 10
Remerciements 11

PREMIÈRE PARTIE

CLASSIFICATION NATURELLE DES ESPÈCES DANS LES GENRES D'ABIÉTÉES

INTRODUCTION 15

CHAPITRE PREMIER. — **Historique** 17

CHAPITRE II. — **Les caractères de classification** 21
Variation des caractères 21
Caractères évolutifs 28
Caractères des phylums 35
Répartition géographique 36

CHAPITRE III. — **Les Phylums du genre *Abies*** 37

CHAPITRE IV. — **Les Phylums du genre *Keteleeria*** 83

CHAPITRE V. — **Les Phylums du genre *Picea*** 90

CHAPITRE VI. — **Les Phylums du genre *Pseudotsuga*** 121

CHAPITRE VII. — **Les Phylums du genre *Tsuga*** 134

CHAPITRE VIII. — **Comparaison des classifications naturelles des divers genres** 149

DEUXIÈME PARTIE

RAPPORTS DES GENRES ET CLASSIFICATION GÉNÉRALE

INTRODUCTION 155

CHAPITRE PREMIER. — **Le Monophylétisme des genres** 156
Historique 157
Classification proposée 191
Tableau de parenté des Pinacées 192
Etude des différents caractères 193
Conclusion 227

CHAPITRE II. — **Le Polyphylétisme des genres** 234
Premier exemple 235
Deuxième exemple 238
Troisième exemple 240
Quatrième exemple 242
Conclusion 245

TROISIÈME PARTIE

RÉVISIONS DES GENRES

A. **Révision du genre *Keteleeria*** 251
Introduction 251
I. Historique 253
II. Description générale du genre 260
III. Monographie et iconographie des espèces 283
K. Chien Peii FLOUS 283
K. cyclolepis FLOUS 287
K. Davidiana (BERTRAND) BEISSNER 291
K. Davidiana var. *sacra* (DAVID) BEISSNER et FITSCHEN 296
K. Dopiana FLOUS 298
K. Esquirolii LÉVEILLÉ 302
K. Evelyniana MASTERS 306
K. formosana HAYATA 312
K. Fortunei (MURRAY) CARRIÈRE 316
K. Roulletii (CHEVALIER) FLOUS 320
IV. Classifications pratiques 325

B. **Révision du genre *Pseudotsuga*** 327
Introduction 327
I. Historique 329
II. Description générale du genre 343
III. Monographie et iconographie des espèces 368
Ps. cæsia SCHWERIN 368
Ps. californica FLOUS 373
Ps. Douglasii CARRIÈRE 377
Ps. Flahaulti FLOUS 386
Ps. Forrestii CRAIB 392
Ps. Gausseni FLOUS 396
Ps. glauca MAYR 400
Ps. globulosa FLOUS 406
Ps. Guinieri FLOUS 410
Ps. Guinieri var. *mediostrobus* FLOUS 414
Ps. japonica (SHIRASAWA) BEISSNER 416

Ps. macrocarpa Mayr..... 420
Ps. macrolepis Flous..... 424
Ps. Merrilli Flous..... 429
Ps. Rehderi Flous..... 434
Ps. Salvadori Flous..... 439
Ps. sinensis Dode..... 442
Ps. vancouverensis Flous..... 446
Ps. Wilsoniana Hayata..... 450
IV. Classifications pratiques..... 455

C. **Revision du genre *Tsuga***..... 459
Introduction..... 459
I. Historique..... 460
II. Description générale du genre..... 473
III. Monographie et iconographie des espèces..... 501
Ts. Blaringhemi Flous..... 501
Ts. Brunoniana (Wallisch) Carrière..... 506
Ts. calcarea Downie..... 511
Ts. canadensis (Linné) Carrière..... 515
Ts. caroliniana Engelmann..... 522
Ts. chinensis (Franchet) Pritzel..... 527
Ts. crassifolia Flous..... 533
Ts. diversifolia (Maximowicz) Masters..... 537
Ts. formosana Hayata..... 542
Ts. Forrestii Downie..... 547
Ts. heterophylla (Rafinesque) Sargent..... 551
Ts. Hookeriana (Murray) Carrière..... 558
Ts. Jeffreyi Henry..... 564
Ts. longibracteata Cheng..... 568
Ts. patens Downie..... 572
Ts. Sieboldii Carrière..... 576
Ts. tchekiangensis Flous..... 581
Ts. yunnanensis (Franchet) Masters..... 585
IV. Classifications pratiques..... 591

CONCLUSIONS

Revision des genres..... 595
Classification des espèces..... 596
Classification des genres..... 598
Monophylétisme et polyphylétisme..... 599

Bibliographie..... 603

Table des figures..... 629

Extrait des *Travaux du Laboratoire Forestier de Toulouse* et du *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*.

LES FRÈRES DOULADOURE
IMPRIMEURS
-- 39. RUE SAINT-ROME --
TOULOUSE